REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

en Biologie

Spécialité : Pathologie cellulaire.

Par :

MAHDI Hadjira
ABDENNBI Sarah Rihab

Thème :

ETUDE COMPARATIVE DU CORTEX SURRENALIEN CHEZ LES GERBILLES SOUMISES A UNE VARIATION SAISONNIERE

Soutenue publiquement le : 16 / 06 / 2022. Devant le jury composé de :

-Mme ABBAS Rachida	Maitre Conference A	UYF-Médéa	Examinatrice
-Mr BENHAFRI Nadir	Maitre Assistant A	UYF-Médéa	Président
-Mme MOUZAOUI Fatma	Maitre Assistant A	UYF-Médéa	promotrice

Année universitaire 2021/2022

REMERCIEMENT

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant de nous avoir donné courage et volonté pour élaborer ce modeste travail.

Je tiens à adresser ma sincère reconnaissance à ma directrice de thèse, ***Mme MOUZAOUI Fatma zohra***, *Maitre assistant à l'université de Médéa , je la remercie tout d'abord de m'avoir accordé l'opportunité d'effectuer cette thèse. Je la remercie également pour la qualité de son encadrement scientifique ainsi que pour sa disponibilité et le temps qu'elle a consacré à mes recherches, et pour ses conseils avisés et ses remarques constructives qui m'ont permis d'améliorer la qualité de ce travail.*

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury :

Mr ***BENHAFRI Nadir*** *Maître Conference à l'université de Médéa d'avoir accepté de présider ce jury*

Mme ***ABBAS Rachida*** *Qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner et d'évaluer ce travail*

Le personnel du laboratoire de l'établissement public de santé et proximité (EPSP) de la wilaya de Médéa.

A tous qui ont contribué de prés ou de loin a l'élaboration de ce mémoire.

Hadjer & Sara

Dédicaces

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie cette thèse de master à :

***A Ma tendre Mère** : Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.*

***A Mon très cher Père** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

*A mes petits frères **Younes, Adam** et A mes sœurs **Assia et Amira** je vous aime énormément et je vous souhaite tout succès et réussit.*

*Je remercie particulièrement mes amis **Hadjer , Manel** et **Nadjet** et A ma chère binôme **Sarah Abdennbi** .*

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

*A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer**.***

Hadjira mahdi

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

***A Maman** : Qui m'a supporté pas à pas tout au long de ma vie, les mots ne suffisent pas pour exprimer toute l'affection que j'éprouve pour toi ; je te dois ma réussite, mon éducation ma fierté. Je te demande pardon et encore un foie merci.*

***A mon père :** Pour toute affection,le soutien moral et matériel ,Merci infiniment pour tout ce que vous fait pour moi.*

Qu'Allah puisse vous accorder encore santé, bonheur et longévité.

*A mes frères **Abdelbasset** et **Alaaedine** et A mes sœurs **Serine** et **Amina** pour l'amour, l'attention et l'aide qu'il m'ont apportés.*

*Je remercie plus particulièrement unPersonne avec qui je me sens plus forte et plus confiante, , merci mon mari **Kader** pour tes conseils et ton encouragement, un spécial dédicaceau secret de mon bonheur mon fils **mirou.***

*A ma chère binôme **Mahdi Hadjira***

*spécialedédicace à mes chères amie : **kahina,nadjoua** et **marouaqui** ont toujours été présents dans les moments les plus difficiles.*

A tous mes amis et à tous les personnes qui j'aime…

En fin à tout personne qui à participer de loin ou de prés à l'élaboration de ce projet. ***Abdennebisararihab***

Introduction 01

Rappels bibliographiques

I. Les rythmes circadiens ……...02

a) Synchronisation ……02

a)-1-synchroniseurs photique…….03

a)-1-synchroniseurs non photique …….03

b) Désychronisation ……..03

II. L'horloge biologique ……04

II.1.Cheminement de la photopériode……..05

II.2..Le tractus rétino-hypothalamique ……....06

III. La Glande Surrénal……...09

1-Développement embryonnaire…….……...09

2- Anatomie ……...…09

a) Situation …….……09

b) Forme ……..10

3- Histologie ……10

4- Vascularisation……..11

5- innervation …….……...11

5- Physiologie de la glande ……13

a) La physiologie du cortex……..13

1. Minéralocorticoïdes ……..13

2. Glucocorticoïdes……14

3. Androgènes surrénaliens……..14

4. Contrôle de la libération des corticostéroïdes ……. 15

b) physiologie de la médullosurrénale ……16

1. Biosynthèse des catécholamines……17

2. Mécanisme de régulation des catécholamines ……18

IV .Rythmicité de la glande surrénale ……18

Matériel et méthodes

I-Matériels biologique ……20

I-1 Modèle animale ……..…….21

I-2 La systématique de l'animal …….21

I-3 Mode de vie et reproduction ……..21

II .Méthodes……23

II. 1 Technique histologique ……..…23

II.1.1 Anesthésie et perfusion du fixateur ……..23

II.1.3 Prélèvement et post fixation …….23

II.1.4 Préparation des tissus pour la coupe…….23

a. Lavage et déshydratation des organes…….23

b. Imprégnation à la paraffine……24

c. Inclusion et confection des blocs……24

d. Réalisation des coupes ……24

e. Déparaffinage et réhydratation…….25

f. Coloration des coupes……..25

g. Montage et observation au microscope photonique……..25

II.2 Etude morphométrique ……..……25

II.3 Analyse statistique……25

Résultats

I. Poids absolu des glandes surrénales (gauche et la droite)……26

II. Analyse histologique et morpho métrique des glandes surrénales chez la gerbille……27

II.1. Structure et morphométrie……..27

1. La capsule…….27

2. la cortex surrenalien……..……..30

2. a. La zone glomérulée(ZG)……..32

2. b. La zone fasciculée(ZF) ……..…….36

2. c. La zone réticulée(ZR)……..…40

Discussion

I. Poids absolu des glandes surrénales (gauche et la droite)……..44

II. Aspect histologique et morphométrie des glandes surrénales……44

1. Zone glomérulée ……..…….45

2. Zone fasciculée……..….. 46

3.Zone réticulée……..47

Conclusion 48

Références bibliographiques

Annexes

Résumé :

La rythmicité circadienne apparait comme une caractéristique fondamentale assurant le déroulement des événements biologiques à un moment précis du jour ou de l'année.

Le présent travail vise à étudier l'effet de la variation saisonnière sur les aspects morphofonctionnels du cortex surrénalchez un rongeur : Gerbillus tarabuli, espèce désertique nocturne. Notre investigation a porté sur trois lots de gerbilles, un lot est soumis sous le cycle de (12L /12D) simulant la photopériode du printemps, deuxième lot est placé sous un cycle de 8L/16D correspondant à la photopériode courte de la saison d'hiver et le dernier lot est placé sous un cycle de 16L/8D correspondant à la photopériode longue de la saison d'été.

Nos résultats mettent en évidence une diminution de la masse relative surrénalienne chez les gerbilles soumis à une photopériode courte par rapport aux autres lots. L'analyse histologique du cortex surrénaliens, montre qu'il y a des modifications structurales au niveau des trois zones chez les gerbilles soumis à un stress photique (photopériode court) en comparaison avec les autres lots. Qui se manifeste par une augmentation de l'épaisseur de la zone glomérulée avec une désorganisation de l'aspect glomérulaires, cependant au niveau de la zone fasciculée, les modifications structurales observées indiquent une hypertrophie cellulaire, les cellules de cette zone deviennent volumineuses ont perdu leur forme polyédrique et deviennent plus au mois arrondies, riches en gouttelettes lipidiques provoquant par la suite une désorganisation architecturale de cette zone.

Des études plus approfondies sont nécessaires afin de permettre une meilleure compréhension des mécanismes de régulation d'adaptation au changement de la photopériode chez cette espèce déserticole nocturne *Gerbillus Tarabuli*.

Mots clés : Variation saisonnière, cortex surrénalien, rythmes circadiens, photopériode et *Gerbillus Tarabuli*

Summary :

Circadian rhythmicity appears as a fundamental characteristic ensuring the unfolding of biological events at a specific time of day or year.

The present work aims to study the effect of seasonal variation on the morphofunctional aspects of the adrenal cortex in a rodent: Gerbillus tarabuli, a nocturnal desert species. Our investigation focused on three batches of gerbils, one batch is submitted under the cycle of (12L / 12D) simulating the photoperiod of spring, the second batch is placed under a cycle of 8L / 16D corresponding to the short photoperiod of the spring season. winter and the last batch is placed under a 16L/8D cycle corresponding to the long photoperiod of the summer season.

Our results show a decrease in the relative adrenal mass in gerbils subjected to a short photoperiod compared to the other groups. Histological analysis of the adrenal cortex shows that there are structural modifications at the level of the three zones in gerbils subjected to photic stress (short photoperiod) in comparison with the other batches. Which is manifested by an increase in the thickness of the glomerular zone with a disorganization of the glomerular aspect, however at the level of the fasciculate zone, the structural modifications observed indicate a cellular hypertrophy, the cells of this zone become voluminous and have lost their polyhedral shape and become more or less rounded, rich in lipid droplets subsequently causing architectural disorganization of this area.

Further studies are needed to provide a better understanding of the regulatory mechanisms of adaptation to photoperiod change in this nocturnal desert species Gerbillus Tarabuli.

Keywords: Seasonal variation, adrenal cortex, circadian rhythms, photoperiod and Gerbillus Tarabuli

ملخص:

يبدو الإيقاع اليومي كخاصية أساسية تضمن ظهور الأحداث البيولوجية في وقت محدد من اليوم أو السنة.

يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير التغيرات الموسمية على الجوانب الشكلية للوظيفة لقشرة الغدة الكظرية في أحد القوارض وهو نوع صحراو ليلي. ركز بحثنا على ثلاث دفعات من الجربوع ، دفعة واحدة تقدم تحت دورة (12نهار / 12 ليل) لمحاكاة الفترة الضوئية للربيع ، وتوضع الدفعة الثانية تحت دورة 8نهار / 16 ليل تقابل الفترة الضوئية القصيرة لموسم الربيع. الشتاء والدفعة الأخيرة توضع تحت 16نهار / 8 ليل دورة المقابلة لفترة التصوير الطويلة لموسم الصيف.

تظهر نتائجنا انخفاضًا في الكتلة الكظرية النسبية في الجربوع المعرضة لفترة ضوئية قصيرة مقارنة بالمجموعات الأخرى. أظهر التحليل النسيجي لقشرة الغدة الكظرية أن هناك تعديلات هيكلية على مستوى المناطق الثلاث في الجربوع المعرضة لضغط ضوئي (فترة ضوئية قصيرة) مقارنة بالدفعات الأخرى. والذي يتجلى من خلال زيادة سمك المنطقة الكبيبية مع عدم تنظيم الجانب الكبيبي ، ولكن على مستوى المنطقة الحزامية ، تشير التعديلات الهيكلية التي لوحظت إلى تضخم خلوي ، تصبح خلايا هذه المنطقة ضخمة وفقدت شكل متعدد السطوح ويصبح مستديرًا إلى حد ما ، غني بالقطرات الدهنية مما يتسبب في حدوث خلل معماري في هذه المنطقة.

هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لتوفير فهم أفضل للآليات التنظيمية للتكيف مع تغير الفترة الضوئية في هذا النوع الصحراوي الليلي Gerbillus Tarabuli

الكلمات الرئيسية: الاختلاف الموسمي ، قشرة الغدة الكظرية ، إيقاعات الساعة البيولوجية ، فترة الضوء وGerbillus Tarabuli

Liste des abréviations

ACTH: hormone adrénocorticotrope.

AD: adrénaline.

BNST : noyau du lit de la strie terminale .

CA: catécholamines.

CRH: corticolibérine hypothalamique

DHEA: déhydroépiandostérone

DHEA-S: DHEA sulfate

DMH : noyau dorsomédial de l'hypothalamus .

DOPA: dihydroxy-phényle-alanine

ECA : enzyme de conversion de l'angiotensine.

GCS : ganglion cervical supérieur .

IGL : feuillet intergéniculé latéral .

IML : colonne intermédiolatérale .

L/D: Light / Dark

LS : septum latéral .

MS : médullosurrénale.

MPN : aire préoptique médiane ..

NA : noradrénaline.

NPV : noyau para- ventriculaire

NRD : noyau du raphé dorsal

NRM : noyau de raphé Médian

NSC : Noyaux Suprachiasmatiques

PNMT : phényléthalonamine-N-méthyl transférase

PVN : noyau paraventriculaire hypothalamique .

PVT : noyau paraventriculaire thalamique .

SNC : système nerveux central.

SPV : zone subparaventriculaire .

StAR : protéine de régulation aiguë de stéroïdogenèse.

VMH : noyau ventromédial de l'hypothalamus.

ZF : zone fasciculée.

ZG : zone Glomérulée.

ZR : zone réticulée.

Introduction

Rappels bibliographiques

Introduction :

L'alternance de la lumière et de l'obscurité, suivant une période moyenne d'environ 24heures, est un des facteurs variables de l'environnement .il apparait comme un donneur de temps, un synchroniseur, dont l'importance dépend à la fois de l'espèce animale et de la variable physiologique étudiée, ces deux aspects des effets biologiques de la lumière ne s'opposent pas, ils sont au contraire complémentaires.

Il apparait que toutes les fonctions de l'organisme humain comme celle de tous les êtres vivants ne sont pas constantes, mais varient en fonction du temps, de manière périodique et prévisible a tous les niveaux d'organisation (au niveau cellulaire et subcellulaire , au niveau des différents tissus , des différents organes ou système d'organes , au niveau de l'organisme entier et même de populations d'individus), il est possible de mettre en évidence des variations rythmiques ,celles ci ne sont pas acquises par chaque individu, a chaque génération , mais font partie , au contraire du patrimoine héréditaire qui s'appel l'horloge biologique **(Halberg.1960) (Aschoff.,1963**).

L'activité rythmique apparait en fait comme une des propriétés fondamentales de la matière vivante ; cependant, les variations rythmiques de certains facteurs de l'environnement (entre autres les alternances de lumière et d'obscurité ou la photopériode), facteur appelés synchroniseur, peuvent modifier un ou plusieurs des paramètres qui servent a caractériser un rythme biologique, ces synchroniseurs ne créent pas les rythmes biologiques, mais ils peuvent les influencer d'une manière importante.

De ce fait l'objectif de notre travail est de rechercher la répercussion de la variation saisonnière de la photopériode sur l'histologie de la glande surrénale chez notre espèce déserticole ; la gerbille (*Gerbillus Tarabuli*) dans des conditions expérimentales.

Notre travail est basé sur l'étude morphométrique et histologique des différentes couches de la glande surrénale

Dans une première partie nous rappellerons les in formations de base sur le rythme circadien et l'horloge biologique, ainsi que sur la photopériode et la physiologie de la glande surrénale et la deuxième partie consiste au protocole expérimental ainsi les résultats et la discussion suivie par une conclusion.

I. Les rythmes circadiens :

Les rythmes circadiens (du latin circa - environ, et dies –jour) caractérisés par une période proche de 24 h, sont observés chez quasiment tous les organismes vivants, des bactéries aux mammifères en passant par Neurospora , les plantes et les insectes (**Dunlap ,1999**. **Young , Kay .,2001).**

Jean-Jacques d'Ortous de Mairan a rapporté à l'Académie des sciences de Paris en 1729 ses observations d'un rythme d'ouverture des feuilles de mimosa, rythme persistant lorsque les plantes se trouvent placées en obscurité constante. Ce qui prouve l'existence d'une horloge biologique interne ne nécessitant pas de stimuli externes, comme une variation périodique de la luminosité par exemple.

Le système circadien est un réseau multi-oscillant formé d'une horloge principale dans les noyaux suprachiasmatiques (SCN) de l'hypothalamus et de nombreuses horloges secondaires situées dans d'autres parties du cerveau et dans les tissus périphériques. La synchronisation interne, c'est-`a-dire le couplage des horloges périphériques par l'horloge suprachiasmatique, implique des voies nerveuses et hormonales.

L'ajustement du temps circadien (interne) aux variations temporelles de l'environnement définit la synchronisation externe **(Dibner et al., 2010 ; Golombek & Rosenstein, 2010).**

a) Synchronisation :

Le sujet en bonne santé dont l'organisme vit en harmonie avec son environnement présente une synchronisation de ses rythmes biologiques.

Les êtres vivants sont exposés à des différents facteurs dont le plus puissant est le cycle lumière-obscurité ou synchroniseur photique qui impose une période de 24h à l'horloge circadien. Mais de nombreux autres synchroniseurs dits non-photiques sont capables d'influer sur le SCN (noyaux suprachiasmatiques). Tous ces facteurs peuvent influencer la période, mais également la phase des rythmes circadiens. Afin de pouvoir agir sur l'horloge circadienne principale, ces stimuli doivent pouvoir (communiquer) des informations à cette dernière. Toutes les voies d'entrées des SCN sont donc susceptibles de fournir des informations permettant la synchronisation **(Gronfier.,2015).**

a)-1- Synchroniseurs photique :

La lumière et plus particulièrement le cycle lumière /obscurité sont les plus puissants synchroniseurs de l'horloge biologique. Elle est d'abord captée par l'œil et transmise jusqu'aux noyaux suprachiasmatiques via des afférences provenant de cellules ganglionnaires spécifiques de la rétine. L'horloge biologique est régulée par l'interaction entre l'intensité, la durée, le patron, la longueur d'onde et le moment de la journée biologique où la lumière est captée. En effet, les signaux photiques n'auront pas le même impact selon qu'ils sont émis le jour, le soir ou la nuit. **(Martin., 2013)**

a)-2- Synchroniseurs non photique :

Les rythmes comportementaux et sociaux font partie de la deuxième catégorie des Synchroniseurs non-photiques. Il s'agit de l'ensemble des comportements et événements pouvant donner directement ou indirectement un input temporel à l'horloge biologique. Parmi les rythmes comportementaux, on dénote les heures de lever et de coucher, la prise de repas et de boisson, les interactions sociales, les activités sportives et cognitives, ainsi que le repos (siestes, sommeil). Bien que l'effet semble moins puissant que la lumière, on dénote plus particulièrement que la régularité de ces rythmes aura un effet synchroniseur sur l'horloge biologique**. (Martin., 2013).**

b) Désynchronisation :

Des perturbations des rythmes biologiques peuvent apparaître dans certain nombre de conditions dites de désynchronisation **(Reinberg et *al*., 1996).**

Une désynchronisation est un état où deux variables rythmiques (ou plus), antérieurement synchronisées, ont cessé de présenter les mêmes relations de fréquence et/ou d'acrophase et montrent des relations temporelles différentes des relations habituelles.

La désynchronisation peut être externe, elle dépend alors des modifications de l'environnement et se retrouve, par exemple, lors d'un vol transméridien de cinq fuseaux horaires (phénomène du jet-lag) ou dans le travail posté.

La désynchronisation interne, quant à elle, ne dépend pas des facteurs de l'environnement. On la retrouve dans le vieillissement ou dans un certain nombre de maladies telles que la dépression et les cancers.

Cette désynchronisation s'accompagne, qu'elle soit externe ou interne, d'un ensemble de signes atypiques tels que fatigue, mauvaise qualité du sommeil, mauvaise humeur, troubles de l'appétit ,Ces troubles peuvent être corrigés par le traitement de la désynchronisation : administration de la lumière forte ou administration de la mélatonine **(Touitou et *al*.,1998).**

II.L'horloge biologique

L'horloge biologique encore appelée pacemaker ou oscillateur circadien (**Touitou ., 2011**), c'est une structure endogène capable de générer et contrôler de façon autonome les rythmes circadiens indépendamment de l'extérieur**. (Cermakian.,2002)**

Le fonctionnement autoentretenu de l'horloge circadienne repose sur des mécanismes impliquant des gènes, ce sont les gènes horloges ; *les deux facteurs de transcription CLOCK* (circadian locomotor output cycles kaput*) et BMAL1* brain and muscleary l hydrocarbon receptor nuclear translocator-likeprotein1*) qui activent l'expression des gènes* Per 1, 2,3 (period 1, 2,3) *et,* Cry 1,2(crytochrome),...) et leurs produits dont certains forment une boucle de rétroaction négative **(Cermakian ,2002 ; Claustrat, 2009 ; Touitou, 2011).**

Actuellement et chez les mammifères l'horloge la mieux connue est celle qui *est* appelée *horloge principale* ou centrale**(Touitou., 2011)**,petite structure paire localisée au niveau des noyaux supra chiasmatique (NSC)**(Cermakian., 2002 ; Touitou, 2011)**, dans l'hypothalamus à la base du 3eme ventricule et comme leur nom l'indique juste au-dessus du chiasma optique, composée du regroupement d'environ 10 000 neurones **(Aujarde *et al.*,2005*).***

Cette horloge est responsable de génération, l'entretien et le contrôle des rythmes circadiens physiologiques et la délivrance d'une information rythmique à l'ensemble de l'organisme, au travers de nombreuses fonctions hormonales (telles que la sécrétion de mélatonine par la glande pinéale ou la sécrétion de corticostérone par

la glande surrénale) et comportementales (telle que l'activité locomotrice). Ces différents rythmes, appelés « sorties » de l'horloge **(Tritschler., 2006).**

Cependant, L'horloge principale ce n'est pas la seule horloge qui est retrouvée dans l'organisme mais il existe d'autres *horloges périphériques* dont certain nombre d'entre elles ont été caractérisées dans la peau, la rétine, les glandes surrénales,…et ça due à l'expression des gènes de l'horlogePer1, 2, 3, Cry1, 2et Bmal1 qu'est rythmique dans ces tissus périphériques **(Cermakian.,2002).**

La hiérarchie de ces horloges périphériques, leur interdépendance comme leurs relations avec le NSC sont encore mal connues **(Touitou., 2011).**

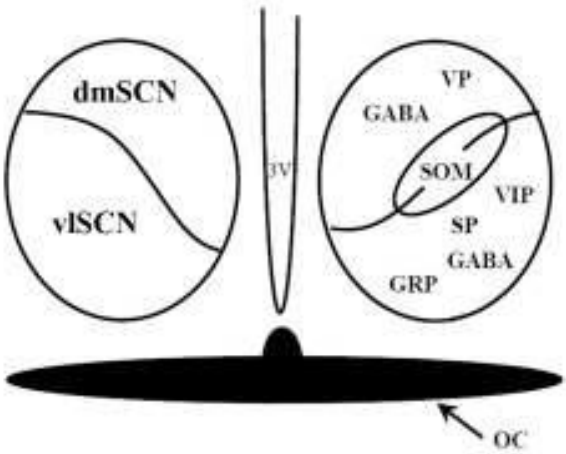


Figure : Regionalisation anatomique et peptidergique des SCN.

GABA : γ-Amino Butyric Acid, GRP : Gastrine Releasing Peptide, OC : Chiasma optique, SOM: Somatostatine, SP: Substance P, VIP : Vasoactive Intestinal Polypeptide, VP :Vasopressine,3V : troisieme ventricule. **(Malek.,2007)**

II.1.Cheminement de la photopériode

Le système circadien est composé de :

-L'œil, et plus précisément des cellules photo réceptrices qui permettent de capter l'information lumineuse (photopériode), il constitue l'unique entrée du système circadien **(Freyheit .,2009)**

- les noyaux suprachiasmatiques de l'hypothalamus, qui représentent l'horloge biologique principale. **(Freyheit., 2009)**

- les systèmes effecteurs de l'horloge biologique, qui régulent les rythmes physiologiques, neuroendocriniens et comportementaux en fonction de la duréedu cycle synchronisé par l'horloge interne. **(Freyheit., 2009)**

II.2.Le tractus rétino-hypothalamique

Le signal photopériodique est reçue par les cellules photo réceptrices des yeux, dont ces cellules de la rétine ne sont pas les mêmes que pour la vision **(Cermakian., 2011)** . En effet, l'horloge de souris auxquelles il manque les cônes et les bâtonnets (et qui sont donc aveugles) peut tout de même être entraînée par la lumière. Pour la même raison, chez les humains, certains aveugles n'ont pas de problème de rythmicité circadienne. **(Cermakian., 2011)**

Les photoréceptrices impliquées semblent être dans la couche de cellules ganglionnaires interne ,et comportent la mélanopsine ;qu'est une photopigment visuel ,celle –ci qui assurerait, la transduction du signal lumineux en signal électrique, qui sera ensuite transmis aux noyaux suprachiasmatiques par le tractus rétino-hypothalamique(figure).**(Fryheihet,2009 ;Touitou , 2011)** Au niveau des SCN l'information lumineuse entraine la libération de deux neurotransmetteurs, l'un est inhibiteur c'est l'acide gamma aminobutyrique, et l'autre est excitateur, il s'agit du glutamate .**(Malek.,2007)**Il a été montre que ces deux neurotransmetteurs sont mis en jeu dans la régulation de la sécrétion rythmique de mélatonine par la glande pinéale**.(Malek.,2007)**

Les NSC c'est le lieu de traitement de l'information lumineuse qu'est transmise par la suite à la glande pinéale ; également nommée épiphyse, une structure nerveuse reliée au système visuel, cette petite glande paire et médiane a une taille variable selon les individus. Elle mesure de 6 à 8 mm de longueur sur 4 à 5 mm de largeur et 2 à 3 mm d'épaisseur. Elle pèse entre 0,15 et 0,20 grammes. Les pinéalocytes synthétisent la sérotonine la journée, et la transforment en mélatonine la nuit. **(Malek., 2007 ; Claustrat ., 2009)**

La mélatonine ; petite molécule lipophile, et considérée comme un transducteur du signal lumineux donnant l'indication à l'organisme des jours courts et des jours longs. **(Freyheit, 2009 ; Claustrat ,2009).**

La sécrétion de mélatonine est donc à la fois un message circadien et saisonnier qui permet à l'organisme de s'adapter temporellement via les noyaux para-ventriculaires et les ganglions cervicaux supérieurs d'où partent des fibres sympathiques vers l'hypothalamus (système neurovégétatif).**(Nathalie.,2004).**

Ainsi, les organes périphériques (cœur, vaisseaux, glandes hormonales…) reçoivent l'information sur les rythmes biologiques du NSC par l'intermédiaire de noyaux situés dans l'hypothalamus. (Nathalie**., 2004 ; Anneleen .,2009).**

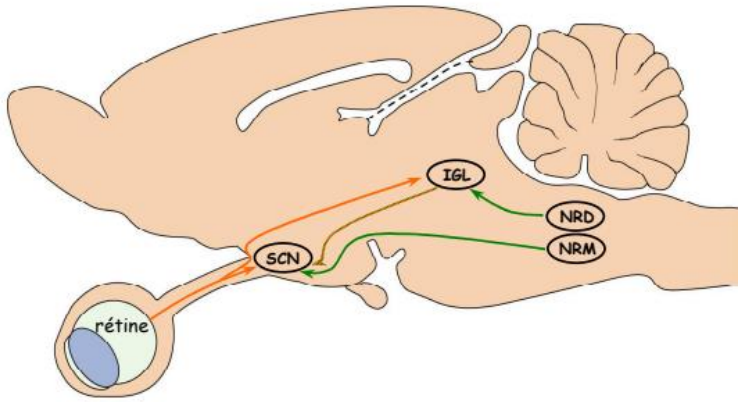


Figure 02: Principales voies afférentes aux NSCs .

Les flèches oranges représentent le transfert des informations photiques de manière directe (tractus rétino-hypothalamique) ou indirecte (voie rétino-géniculo-hypothalamique). Les flèches vertes représentent le transfert d'une partie des informations non-photiques via des projections sérotonergiques directes ou indirectes. IGL : feuillet inter-géniculé ; NRD : noyau du raphé dorsal ; NRM : noyau de raphé Médian).**(D'après Kalsbeek et Buijs 2002).**

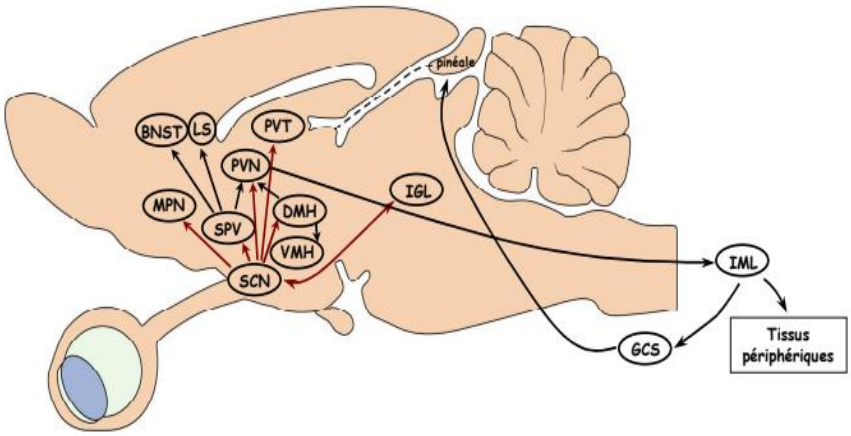


Figure 03 : Réseau neuranatomique des efférences des SCN.

Les structures sont innervées par les SCN de manière directe (flèches rouges) ou indirecte (flèches noires). BNST : noyau du lit de la strie terminale ; DMH : noyau dorsomédial de l'hypothalamus ; GCS : ganglion cervical supérieur ; IGL : feuillet intergéniculé latéral ; IML : colonne intermédiolatérale ; MPN : aire préoptique médiane ; PVN : noyau paraventriculaire hypothalamique ; PVT : noyau paraventriculaire thalamique ; LS : septum latéral ; SCN : noyau suprachiasmatique ; SPV : zone subparaventriculaire ; VMH : noyau ventromédial de l'hypothalamus. **(D'après Kalsbeek et Buijs 2002).**

II. La Glande Surrénale :

1- Développement embryonnaire :

La glande surrénale se compose de deux tissus embryologiques distincts, le cortex d'origine mésodermique et la médulla dérive plutôt des cellules de la crête neurale. À la 7e semaine de gestation, les deux amas de cellules se rencontrent dans la région urogénitale et la médulla s'invagine graduellement dans le cortex. La zone fasciculée se forme après 20 semaines de gestation tandis que la zone glomérulée se forme à la naissance. Enfin, la zone réticulée du cortex surrénalien n'apparaît vraiment que chez l'adulte **(Chapman., 2010).**

2 -Anatomie :

a) Situation :

Les glandes surrénales sont au nombre de deux. L'une gauche, l'autre droite. Chacune est située à la partie supéro-interne du rein correspondant dans l'espace retro péritonéal, de part et d'autre du rachis. À droite, le surrénal est très profonde et médiale par rapport à l'extrémité supérieure du rein droit. À gauche, la surrénale est plus antérieure et descend plus bas que celle de droite, le long du bord médial du rein gauche **(Tissier. Hoang., 2007).**

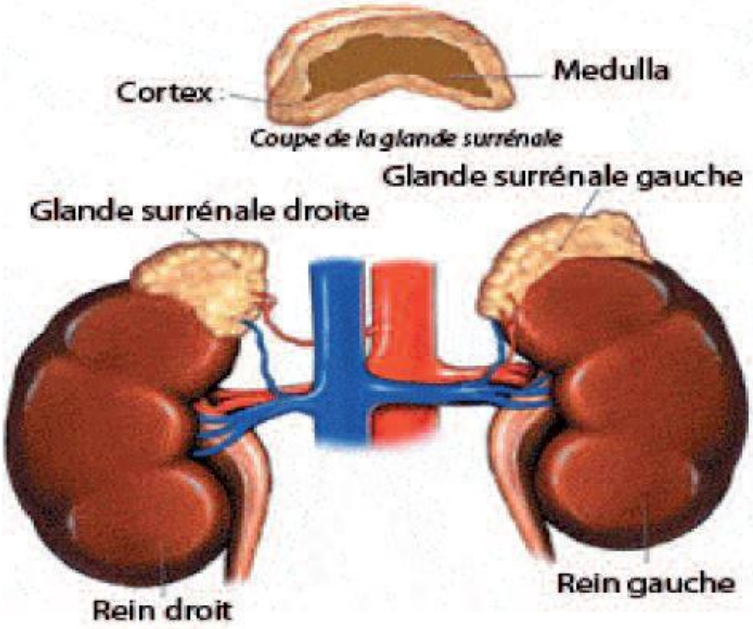


Figure 04 : présentation de l'anatomie de la glande surrénale **(Castinetti., 2013)**

b) Forme :

Elles sont aplaties d'avant en arrière et sont de formes variées, mais classiquement elles forment un croissant ou une virgule dont la base repose sur le pédicule rénal tandis que la pointe remonte jusqu'au pôle supérieur du rein. Elles présentent une face antérieure plane dans son ensemble avec un hile d'où sort la veine surrénalienne. La face postérieure est également plane ou convexe. Le bord médial est convexe et le bord latéral concave. L'extrémité inférieure est large et l'extrémité supérieure effilée **(Tissier., Hoang., 2007).**

3- Histologie :

Histologiquement la glande surrénale est constituée de deux zone soit la corticosurrénale a l'extérieur et la médullosurrénale a l'intérieur.

- **La corticosurrénale,** périphérique, assure la production de corticostéroïdes en connexion avec l'axe hypothalamo hypophysaire. Elle est constituée de trois couches dont les sécrétions hormonales sont différentes **(Delmas.,2008)** .

De l'extérieur a l'intérieur on trouve:

- **La couche glomérulaire** (minéralocorticoides : aldostérone……) : Les cellules sont relativement agglomérées en petit glomérules. Elles ne contiennent que peu de gouttelettes lipidiques à la différence de celle des autres zones.
- **La couche fasciculaire** (glucocorticoïdes : cortisol…) : C'est elle qui forme chez l'adulte la majeure partie de la corticosurrénale. Les cellules sont assemblées en cordons perpendiculaires à la surface; entre lesquels courent des sinusoïdes. La caractéristique la plus remarquable de cette zone est la richesse en gouttelettes lipidiques.
- **La couche réticulaire** (stéroïdes sexuels : DHEA) : Les cellules de cette zone sont organisées en réseau anastomosé. En comparaison avec la zone précédente, ses cellules sont acidophiles et plus petites.
- **Le médullosurrénal,** central, assimilée à un paraganglion sympathique. Les cellules possèdent habituellement des noyaux volumineux, pâles, et un cytoplasme finement granuleux ; elles sont disposées en amas, cordons ou colonnes, entourées d'un riche réseau capillaire. Ses cellules chromaffines produisent des catécholamines (adrénaline et noradrénaline…..).**(Delmas.,2008)**.

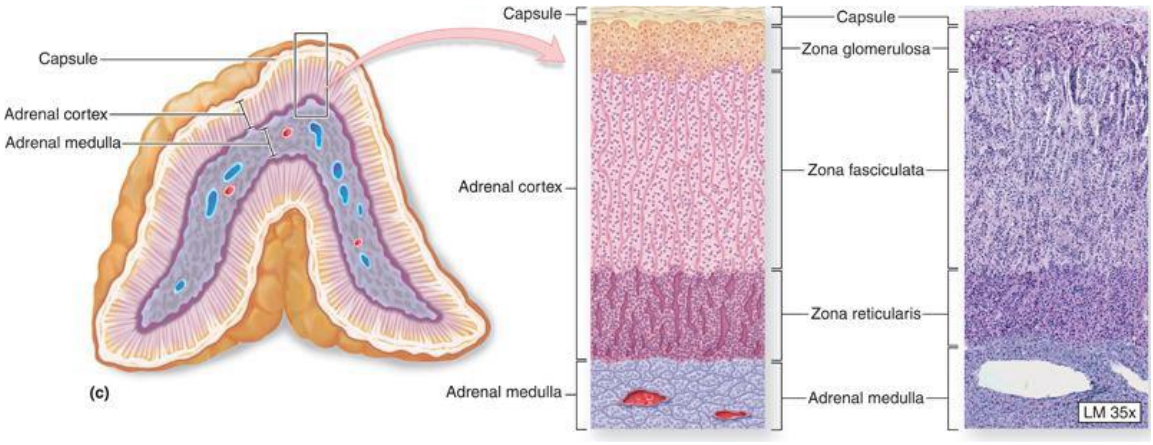


Figure 05 : Histologie de la glande surrénale. Structure de la glande surrénale

4. Vascularisation :

En rapport à sa taille, la glande surrénale apparaît comme un des organes les plus vascularisés de l'organisme. Cette vascularisation s'articule autour de trois branches principales:

- l'artère surrénalienne supérieure, branche de l'artère phrénique inférieure.
- l'artère surrénalienne moyenne qui naît directement de l'aorte abdominale.
- l'artère surrénalienne inférieure provenant de l'artère rénale.

Elle dispose d'une double circulation artérielle et veineuse portale. Les artères médullaires traversent le cortex pour se rendre directement dans la médulla; les artères corticales irriguent le cortex à partir des plexus sous-capillaires. Le drainage capillaire s'effectue par la veine centrale de la surrénale directement dans la veine cave inférieure à droite, et la veine rénale à gauche. Dans la zone réticulée, les capillaires se réunissent et forment des sinus veineux qui se drainent vers la médulla, apportant aux cellules médullaires une importante quantité d'hormones stéroïdiennes nécessaires à leur maturation enzymatique (**Jean-Marc LABAUNE. 2002) (Figure 06)**.

5.Innervation :

L'innervation des deux glandes est riche, sous la forme d'une multitude de filets nerveux qui sont autant d'attaches solides dans la graisse environnante. Seule la face ventrolatérale en est dépourvue. Au sein de ce réseau nerveux, en apparence inextricable

(certains auteurs parlent de « crinière nerveuse »), il faut individualiser trois contingents fonctionnellement différents. Le premier, **plexus surrénophrénique,** relie le pôle supérieur de la surrénale à la face abdominale du diaphragme, ou plus exactement au rameau abdominal du nerf phrénique. Ce dernier est plus facile à mettre en évidence à droite qu'à gauche lorsqu'il traverse le diaphragme par le foramen de la veine cave inférieure.

Le second, **plexus surrénocoeliaque**, relie toute la face dorsomédiale glandulaire aux ganglions coeliaques et à la terminaison des nerfs grands splanchniques.

Ces filets nerveux semblent attacher les glandes surrénales à l'aorte coeliaque et croisent dorsalement la veine cave inférieure à droite.

Le troisième, **plexus surrénorénal**, attache la base de la pyramide glandulaire au plexus rénal en entourant l'artère surrénalienne inférieure. Les glandes surrénales et en particulier leur medulla sont donc au cour d'un riche réseau nerveux orthosympathique. Les cellules sécrétoires de la médullosurrénale se comportent donc comme des équivalents fonctionnels différenciés des neurones post-ganglionnaires présents dans le reste du système sympathique **(Keith L. Moore- Arthur F,2001).**

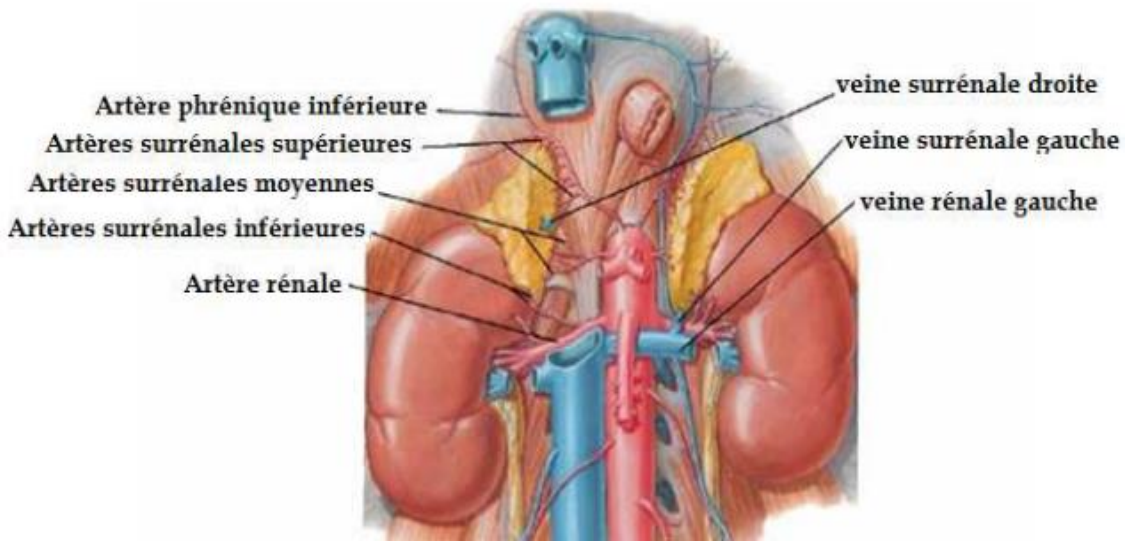


Figure 06 : Vascularisation des glandes surrénales **(Hetter et Frank ., 2011)**

6- Physiologie de la glande :

Les glandes surrénales comportent deux parties fonctionnellement différentes : -la corticosurrénale à l'origine de la synthèse d'hormones stéroïdes -la médullosurrénale à l'origine de la synthèse des catécholamines **(CLAUSER E., 1998).**

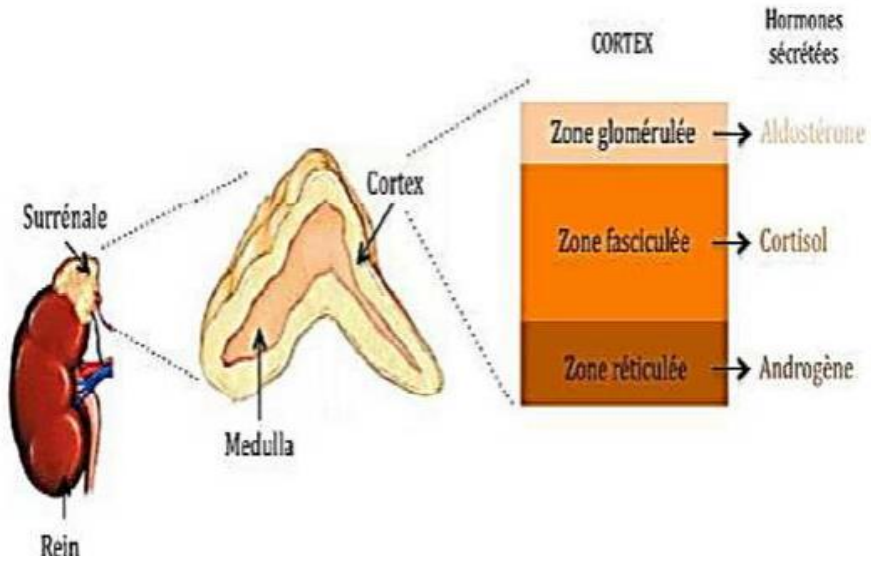


Figure 07: Physiologie des glandes surrénales **(Berthon., 2010).**

a). Physiologie du cortex :

Les trois types d'hormones stéroïdes surrénales (les minéralocorticoïdes, les glucocorticoïdes et les androgènes) sont synthétisés par la corticale à partir du cholestérol.

1. Minéralocorticoïdes :

C'est essentiellement la synthèse de l'aldostérone dans la zone glomérulé. L'aldostérone est le minéralocorticoïde le plus important dans la régulation de l'équilibre du sodium. Elle joue un rôle central dans le métabolisme des électrolytes et la régulation de la pression artérielle. L'aldostérone stimule le récepteur aux minéralocorticoïdes du tubule collecteur cortical et provoque la réabsorption du Na et l'excrétion du K **. (Rossier et all ., 2002)**

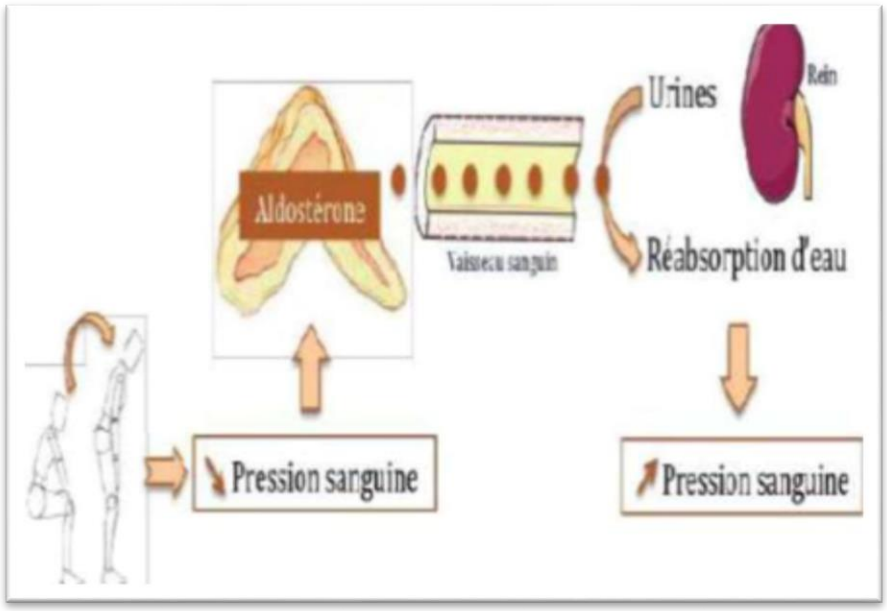


Figure 08 : Régulation de l'aldostérone **(Berthon,2010)**

2. Glucocorticoïdes :

C'est essentiellement la synthèse du cortisol dans la zone fasciculée. La sécrétion quotidienne du cortisol est pulsatile. Elle est sous la dépendance exclusive d'une hormone peptidique hypophysaire l'ACTH, elle-même sous le contrôle d'un neuropeptide hypothalamique CRH. En retour, le cortisol inhibe la production d'ACTH et de CRH. Les principales fonctions physiologiques du cortisol sont l'augmentation du catabolisme protéique et de la néoglucogenèse hépatique (entraînant hyperglycémieet hyperinsulinisme), et l'inhibition de la réaction inflammatoire et immune. **(HINDA.,1992).**

3. Androgènes surrénaliens :

C'est essentiellement la synthèse de déhydroépiandrostérone (sulfate de S.D.H.A) dans la zone réticulée. Les principaux androgènes surrénaliens sont la dihydroépiandrostérone (SDHA), la delta 4 androstènedione. Leur fonction est limitée, les surrénales ne sécrètent que peu d'androgènes, et sous forme de précurseurs stéroïdiens peu actifs, qui sont convertis en testostérone au niveau des tissus périphériques que peu d'androgènes, et sous forme de précurseurs stéroïdiens peu actifs, qui sont convertis en testostérone au niveau des tissus périphériques. **(HINDA.,1992).**

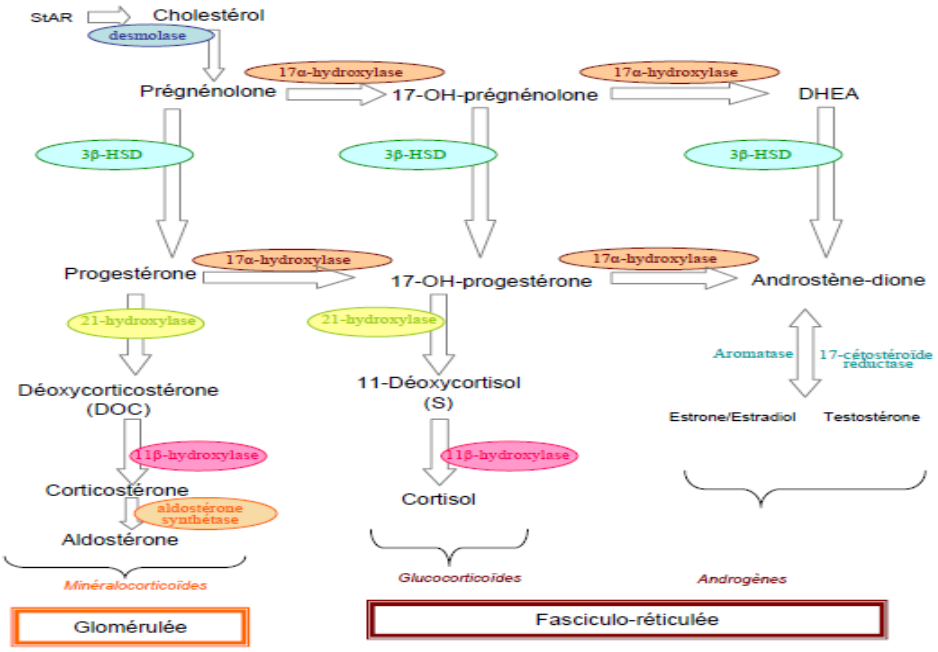


Figure 09 :schéma général des différentes voies synthèse des hormones stéroïdiennes tels les minéralocorticoïdes, les glucocorticoïdes et les stéroïdes sexuels **(Mouzaoui.,2012)**

4. Contrôle de la libération des corticostéroïdes :

L'axe hypothalamo-hypophyse-surrénalien :

l'hypothalamus sécrète la CRF qui stimule les cellules corticotropes de l'adénohypophyse pour sécréter L'ACTH(corticotrophine)de façon pulsatile en suivant un rythme fondamentalement diurne, avec un pic le matin, cette dernière amène le cortex surrénal à libérer les hormones corticostéroïdes et plus particulièrement les glucocorticoïdes qui aident l'organisme de résister aux facteurs de stress**.(Marieb .,1999).**On n'a longtemps pensé que la régulation de la sécrétion des minéralocorticoïdes n'était pas contrôlée par les hormones trophiques de l'hypophyse. Plus récemment, il a été montré que des cellules de la zone glomérule possédaient des récepteurs à ACTH qui régulent la sécrétion des minéralocorticoïdes.

La concentration sanguine en potassium influence aussi la sécrétion d'ACTH. **(Yagoubi., 2013),** et concernant les hormones sexuelles du cortex surrénalien leur sécrétion n'est pas mieux définie. Il semble que l'ACTH stimule leur sécrétion, mais celles-ci n'exerceraient pas de rétro-inhibition sur la libération d'ACTH. **(Marieb., 1999).**

L'élévation de la concentration des glucocorticoïdes exerce une rétro-inhibition sur la sécrétion de CRF par l'hypothalamus et par conséquent, sur la libération d'ACTH par l'adénohypophyse.

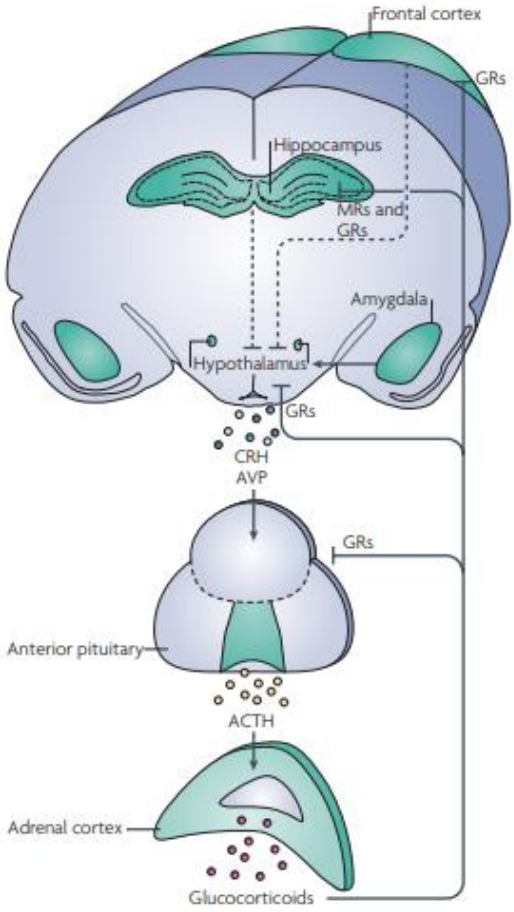


Figure 10: Les structures de l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien **(Lupien et al., 2009)**

b). Physiologie de la médullosurrénale :

La médullosurrénale est composée de cellules endocrines appelées cellules chromaffines responsables de la synthèse des catécholamines (surtout de l'adrénaline et un peu de noradrénaline et de dopamine)

Les catécholamines sont des amines biogènes dérivées du noyau catéchol (un noyau benzénique avec 2 hydroxyles) avec une chaîne latérale qui a une fonction amine. Elles comprennent la dopamine (DA), la noradrénaline (NA) et l'adrénaline (AD) **(Hennen., 2001)**

- La noradrénaline est à la fois le neuromédiateur des neurones sympathiques et une hormone qui accompagne l'adrénaline dans la sécrétion médullo-surrénalienne.
- La dopamine est le précurseur de la noradrénaline et de l'adrénaline.
- L'adrénaline est l'hormone sécrétée par la médullosurrénale.

1. Biosynthèse des catécholamines:

La biosynthèse des catécholamines a pour point de départ la tyrosine, elle-même issue de la Phénylalanine via la Phénylalanine-hydroxylase qui subit successivement l'action de quatre enzymes:

- La tyrosine hydroxylase qui la transforme en Dopa (dihydroxy-phényle-alanine).

- La dopa-décarboxylase, qui convertit la dopa en dopamine.

- La dopamine a-hydroxylase, qui transforme la dopamine en noradrénaline.

- La phényl-éthanolamine-N-méthyl transférase (PNMT), qui convertit la noradrénaline en adrénaline. **(El yaagoubi., 2014)**

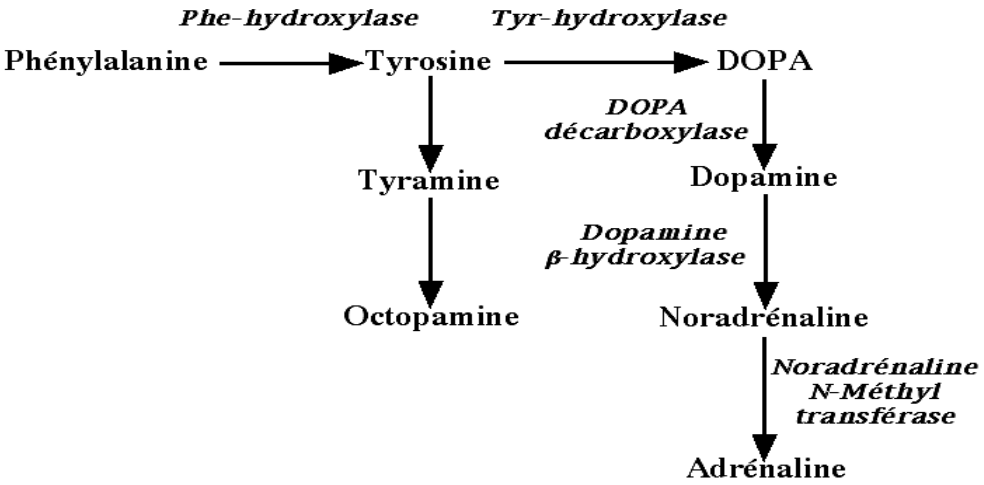


Figure 11 : la biosynthèse des catécholamines **(Raisonnier., 2003)**

2. Mécanisme de régulation des catécholamines :

La synthèse des catécholamines est régulée par la stimulation nerveuse pré-ganglionnaire (avec comme médiateur l'acétylcholine), qui est le facteur majeur de sécrétions des catécholamines, qui sont normalement stockées dans des granules **(Gauthier., 2000).**

L'augmentation de la libération des catécholamines est la conséquence d'une activation des récepteurs des cellules chromaffines par l'acétyle choline libérée par les nerfs pré ganglionnaires sympathiques, eux-mêmes activés par des stimuli stressants. **(Hennen. 2001)**

III. Rythmicité de la glande surrénale :

L'horloge interne, programmée génétiquement, génère un rythme circadien qui synchronise de multiples fonctions biologiques en vue d'anticiper les changements périodiques du milieu extérieur, Cette horloge stimule, en fin de nuit, la sécrétion de glucocorticoïde indispensable aux dépenses énergétiques de l'activité diurne. Au cours de la dernière décennie, de nombreux travaux ont démontré que l'activation quotidienne du cortex surrénalien est sous le contrôle de l'horloge principale localisée dans les noyaux suprachiasmatiques (NSC) de l'hypothalamus**. (Yang et al.,2009)(Oster et al .,2006).**

Ainsi, l'horloge biologique exerce un contrôle hormonal de la production des stéroïdes surrénaliens par le biais des variations journalières des sécrétions de CRF (corticotropin realising factor) et d'ACTH (adreno cortictropic hormone) par l'axe hypothalamo-hypophysaire. Cette horloge exerce également un contrôle nerveux de l'activité du cortex surrénalien via le système sympathique, dont l'activité est modulée, de façon différente au cours de la journée **(Son etal., 2008).**

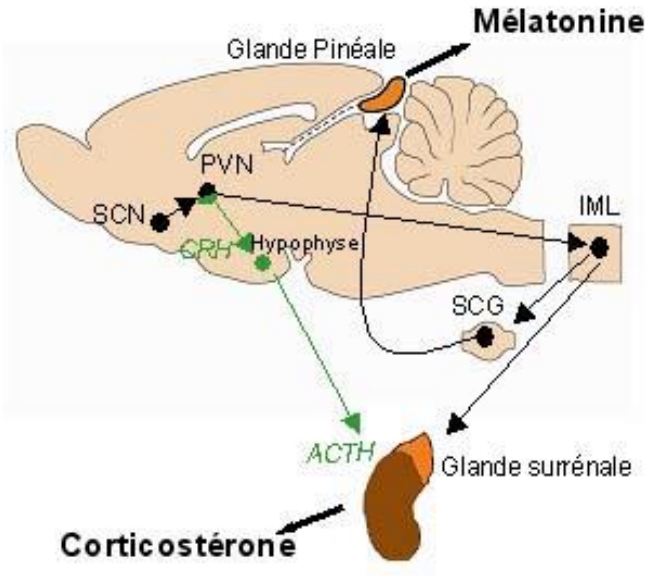


Figure 12 : Représentation schématique des voies de contrôle des sécrétions de mélatonine et de corticostérone par les SCN (**Tritschler.,2006).**

Matériel et méthodes

I-Matériels biologique :

I-1 Modèle animale :

Le model animal choisi pour réaliser cette étude est un rongeur nocturne déserticole, la gerbille (*Gerbillus tarabuli*) appartenant à la famille des Muridae.

Ces animaux ont été capturés à la station de Béni-Abbès dans le Sahara Algérien (Sud-est de Béchar) le mois de janvier 2019 dans la hamada du Guire, à cinquante kilomètres à l'ouest de l'oasis de Béni Abbés.

En Algérie, la localité de Béni Abbés qui représente le biotope de cette espèce, est une région caractérisée par un climat désertique de type méditerranéen avec des saisons pluvieuses au printemps et en automne. La température moyenne annuelle est voisine de 22°C. Les animaux ont été transportés puis gardés en captivité au niveau de l'animalerie de L' FSB/ USTHB.



Photo a : la morphologie de *Gerbillus tarabuli.*

I-2 La systématique de l'animal : (**GRAY, 1825**).

Règne : Animalia

Sous-régne : Metazoa

Super embranchement : Deuterostomia

Embranchement : Chordata

Sous-embranchement : Vertebrata

Classe : Mammalia

Sous-classe : Theria

Infra-classe : Eutheria

Ordre :Rodenta

Sous-ordre : Myomorpha

Famille : Muridae

Sous-famille : Gerbillidae

Genre *: Gerbillus*

Espéce *: Tarabuli*

I-3 Mode de vie et reproduction :

Gerbillus tarabuli est une espèce nocturne, restant tous les jours dans leurs terrier ou l'air est saturé en humidité, elle sort pendant la nuit, quand le degré hygrométrique extérieur est le plus élevé (POULET, 2004).

Une grande homogénéité morphologique est observée chez cette espèce (*Gerbillus tarabuli*), caractérisé par une grande taille, un pelage dorsal de couleur sable à brun-orange clair, un pelage ventral blanchâtre a blanc pur, de gros yeux noir et des pattes longues à soles plantaire couvertes de poils, ainsi qu'une queue longue se terminant par un pinceau de poils sombres généralement bien visible.

Chez ce rongeur la période principale de reproduction s'étale du printemps jusqu'au début de l'automne avec une moyenne de quatre portées successives. Chaque portée comporte de 3 à 6 embryons par femelles, la durée de la gestation est de 22 à 28 jours (PETTER, 1961) et le repos sexuel est en janvier-février (Klein et al., 1975) .L'espèce *tarabuli* se distingue des autres gerbilles par un caryotype de 2n = 40 (Grangeon 2002 ; Chevret et Dobigny, 2005).

I-4 Conditionnement des animaux :

Dés leur arrivée à Alger, les gerbilles ont été pesées, sexées et placées dans des cages individuelles (35 cm longueur, 22cm largeur et 15 cm hauteur) et logées au niveau de l'animalerie FSB/USTHB pour une période d'adaptation de 2 semaines sous un cycle artificiel de 12 Lumière /12 Obscurité (12L/12D).

- **Constitution des lots expérimentaux :**

Au terme des 2 semaines, nous avons procédé à la constitution des groupes expérimentaux pour ce, Douze Gerbilles mâles d'un poids corporel compris entre (30 g-60g) ont été transférés dans 3 chambres chronobiotiques :

- Lot 1 (n=3) est gardé sous le cycle de (12L /12D) simulant la photopériode du printemps, saison de reproduction de l'espèce dans son biotope. Dans cette chambre, le début de l'éclairage est 10h00 matin et définit le zeitgeber time ZT 0= et la fin de l'éclairage est à 22h00 (ZT 12).

- Lot 2 (n= 3) est placé sous un cycle de 8L/16D correspondant à la photopériode courte de la saison d'hiver. Dans le but d'effectuer une évolution saisonnière inversée (printemps-hiver). avec un début de l'éclairage ZT 0 = 10h00 matin et la fin de l'éclairage ZT 8=18h00.

- Lot 3 (n= 3) est placé sous un cycle de 16L/8D correspondant à la photopériode longue de la saison d'été avec un début de l'éclairage ZT 0 = 10h00 matin et la fin de l'éclairage ZT 16 =02h00.

La photopériode choisit a été réglée à l'aide d'une minuterie et l'éclairage est donné, par l'utilisation deux ampoules blanches Néon a 50 watts.

Tous les animaux reçoivent une nourriture constituée de grains d'orge et une source d'hydratation (carottes) *ad libitum* et sont suivis pendant 10 semaines.

II. Méthodes :

Dans le but de rechercher les variations structurales des glandes surrénales en photopériode standard (**12L/12D**), en photopériode courte (**8L/16D**) et en photopériode longue (**16L/8D**) nos échantillons ont été traités par la technique histologique.

II. 1 Technique histologique :

La technique histologique comporte un certain nombre de manipulations aboutissant à la confection de coupes histologiques de 3-5 µm d'épaisseurs prêtes à l'observation au microscopique photonique après coloration.

II.1.1 Anesthésie et perfusion du fixateur :

Les gerbilles ont été anesthésiées par une injection intra péritonéale d'uréthane à 25% (1ml/100g de poids corporel) suivie d'une fixation par perfusion intracardiaque qui débute par une solution d'héparine (1250UI100g) suivi du liquide fixateur fraichement préparé PAF a 4% (para formaldéhyde a 4% dans du tampon phosphate a 0.1M). Cette étape est réalisée par l'introduction d'une aiguille du système de perfusion au niveau du ventricule gauche, l'oreillette droite étant simultanément perforée pour éviter l'éclatement des organes par la surcharge du fixateur.

La perfusion a été réalisée avec un volume total de fixateur d'environ 150ml/ animal et à un débit d'une gouttes /seconde pendant 15 minutes.

II.1.3 Prélèvement et post fixation :

Après dissection, les Glandes surrénales sont immédiatement prélevés, dégraissés et pesés puis post fixés dans le même liquide fixateur (Annexe 1). Pendant 48h. La fixation consiste à préparer le tissu de manière à le préserver dans un état aussi proche que possible de l'état vivant. Le volume du fixateur doit représenter 10 fois le volume de la pièce.

II.1.4 Préparation des tissus pour la coupe :

a. Lavage et déshydratation des organes :

Le rinçage des glandes surrénales a pour intérêt d'éliminé l'excès du fixateur, et se fait avec un tampon Phosphate de 5 bains de 5 minutes pour chaque lavage.

La déshydratation a pour but de substituer progressivement l'eau contenue dans les cellules. Elle se déroule dans des bains d'alcool éthylique à concentration croissante (70°.95°.100°).

- 2 bains d'éthanol à70° pendant 10 minutes chacun.

- 2 bains d'éthanol à 96° pendant 10 minutes chacun.
- 3 bains d'éthanol à 100° pendant 15 minutes chacun.

Après la déshydratation, les surrénales séjournent dans 3 bains successifs de butanol 8 heures chacun. Le butanol est un solvant miscible à a la paraffine qui sert à l'éclaircissement les pièces.

b. Imprégnation à la paraffine :

Cette étape assure aux tissus une structure ferme nécessaire à la réalisation des coupes. Pour ce, les surrénales ont été placés dans deux bains de paraffine pure fondue à 60°C dans l'étuve pendant 2h chacun.

c. Inclusion et confection des blocs :

Les surrénales ont été ensuite orientés de façon à obtenir des coupes transversales, dans un moule formé par les barres de LEUCKART et rempli de paraffine pure. Après étiquetage, les blocs sont laissés à température ambiante jusqu'à ce qu'ils refroidissent.

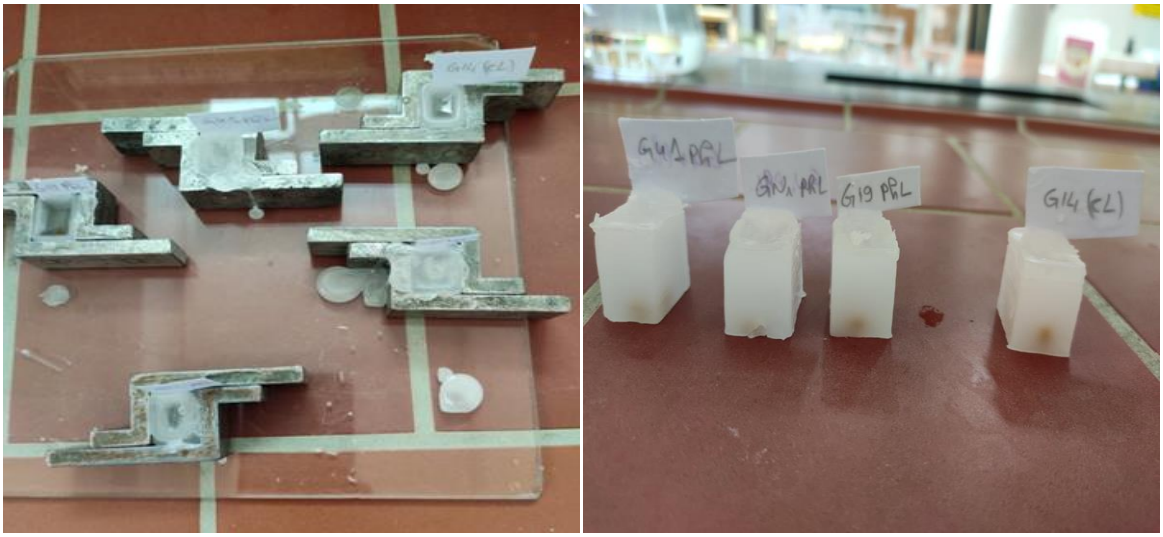


Figure : Confection des blocs par les barres de LEUCKART.

d. Réalisation des coupes

Les blocs ainsi formés ont été débités en coupes transversales de 3µm d'épaisseur à l'aide d'un microtome de type " AMIRICAN OPTICAL ". Les rubans de coupes obtenus ont été étalés à l'aide d'une solution d'eau gélatinée à 0.4 % sur des lames en verre numérotées. Ces dernières sont ensuite mises à sécher pendant 48 heures à l'étuve à 37°C.

e. Déparaffinage et réhydratation

Le déparaffinage se fait dans deux bains de xylène 10 minutes chacun, puis une réhydratation des coupes dans des bains d'alcools à degré décroissant (3 bains de 2 minutes chacun), et un rinçage à l'eau distillée assurant la réhydratation finale des coupes.

f. Coloration des coupes

La coloration au HE (Hématoxyline- éosine) consiste en une coloration nucléaire à l'hématoxyline (5min), suivie d'une coloration de fond à l'éosine (5min), le passage d'un colorant à l'autre se fait après rinçage par un filet d'eau courante.

Les coupes sont par la suite déshydratées par des passages dans des bains d'alcool à concentration croissante (70°, 95°, 100°) puis dans le xylène.

g. Montage et observation au microscope photonique

Les lames colorées et déshydratées sont ensuite montées entre lame et lamelle par le dépôt d'une goutte d'Eukitt.
L'observation des coupes à été effectué au microscope photonique (Zeiss-axio-plan) et les photos ont été prises au grossissement x20, x40, à l'aide d'un appareil numérique.

II.2 Etude morphométrique :

Cette étude est réalisée en effectuant, sur les photos des coupes histologiques prises à l'aide d'un appareil à photo, des mesures répétées du cortex surrénalien, la capsule conjonctive et les différentes zones du cortex (zone glomérulée. fasciculée et la réticulée) en utilisant le logiciel Axio Vision.

II.3 Analyse statistique

Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne plus ou moins erreur standard à la moyenne (SEM). La signification statistique des différences entre les groupes expérimentaux est évaluée par le test t de Fisher-Student à un seuil de 0.05. La différence entre deux moyennes comparées est statistiquement significative (*) si la probabilité p, lu en fonction du nombre de degrés de liberté (ddl=n1+n2-2) est égale ou inférieur à 5%.

Si $p > 0.05$, la différence est non significative (NS).
Si $0.001 < p < 0.01$: la différence est très significative (**).
Si $p < 0.001$, la différence est hautement significative (***).

Résultats

I. Poids absolu des glandes surrénales (gauche et la droite) :

Le poids absolu moyen de la glande surrénales gauche et droite de la gerbille en photopériode standard 12L/12D, varie entre 0,0345±0,0033(g) et 0,0339 ±0,0029(g) et celui de la gerbille soumis a une photopériode longue (16L/8D) entre 0,0286± 0,0036(g) et 0,0290±0,0036(g), on constate une régression non significative chez la gerbille en photopériode longue par rapport à celui de la photopériode standard.

Néanmoins, la gerbille soumis à une photopériode courte de (8L/16D) affiche les valeurs moyennes de 0,0215±0,0009(g) à 0,0221±0,0008(g). Notant une régression significative du poids absolu des glandes surrénales (gauche et la droite) à l'opposé des valeurs moyennes du poids des glandes surrénales (gauche et la droite) marqué chez la gerbille contrôle (12L/12D).

Le test student indique qu'il n'existe pas une différence significative entre le poids absolu de la glande surrénale gauche et droite, testé chez les trois lots.

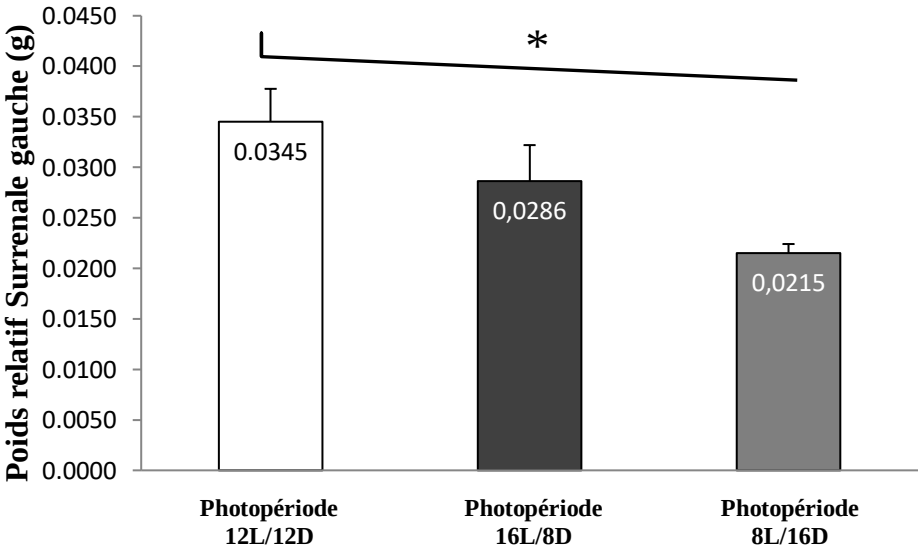


Figure 13: Variation pondérale absolue (g) des Glandes surrénales chez les trois lots étudiés

Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) (P< 0,05).

II. Analyse histologique et morpho métrique des glandes surrénales chez la gerbille :

II.1. Structure et morphométrie :

Chez notre modèle; (*Gerbillus tarabuli),* la surrénale apparait en coupe transversale, constituée d'une capsule conjonctive **(CP)** entourant un parenchyme glandulaire .ce dernier comprenant deux structures d'origine embryologique différente : la première centrale constitue la médullosurrénale **(M)** (crêtes neurales), la seconde périphérique constitue la corticosurrénale **(C)** (mésoderme), les deux constituants sont séparés par un tissu conjonctif **(TC)**. **(Figure 14)**

Notre étude est basé sur Le parenchyme, qui est subdivisé en trois zones de l'extérieur vers l'intérieur : la zone glomérulée **(ZG)**, la zone fasciculée**(ZF)** et la zone réticulée**(ZR)**.

Grossissement: x 10/ **Coloration topographique:** Hémalun-éosine.

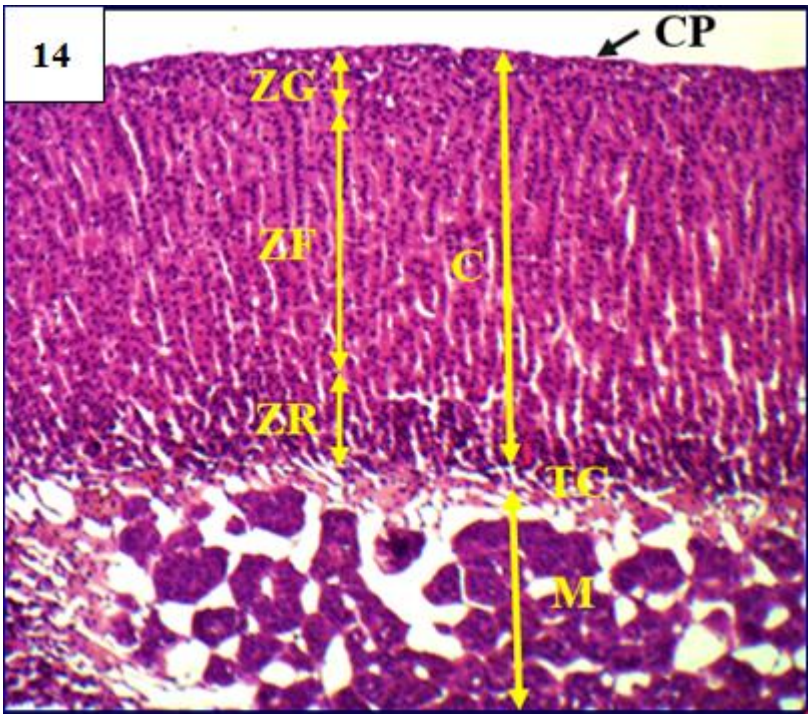
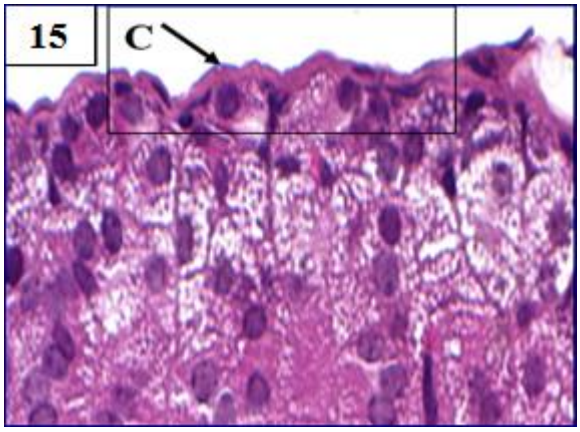


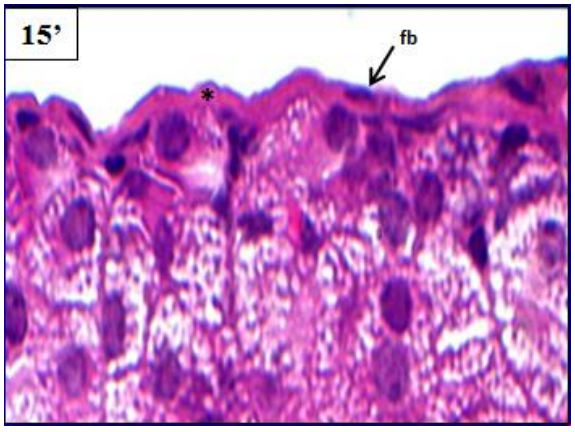
Figure 14: histologie de la glande surrénale.

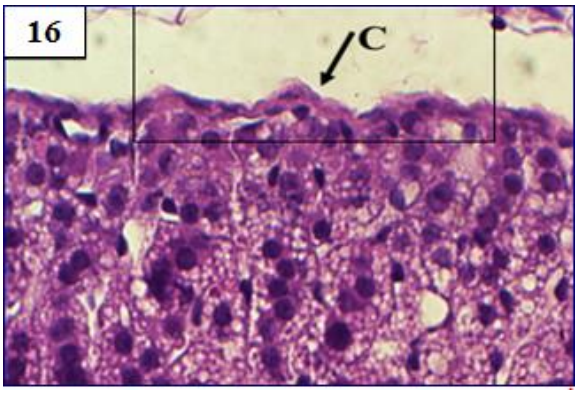
1. **La capsule :**

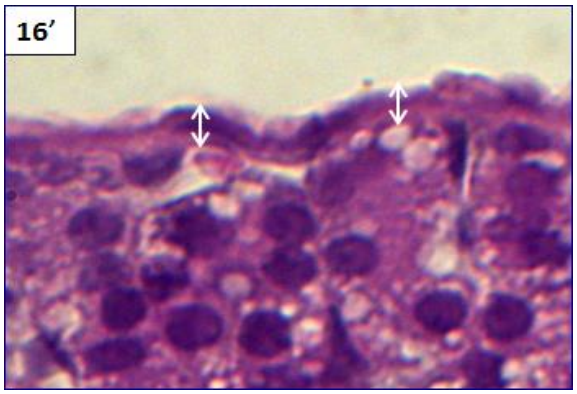
D'après l'aspect histologique observé chez nos coupes de la gerbille contrôle (12L/12Dphotopériode standard) simulant le printemps, la glande surrénale est circonscrite par une mince capsule conjonctive formée d'une composante fibrillaire **(*)**, des fibroblastes **(fb)** et des vaisseaux sanguins. Elle comporte également des nerfs et des ganglions sympathiques. Cette dernière envoie des prolongements dans le parenchyme glandulaire **(figure 15,15').**

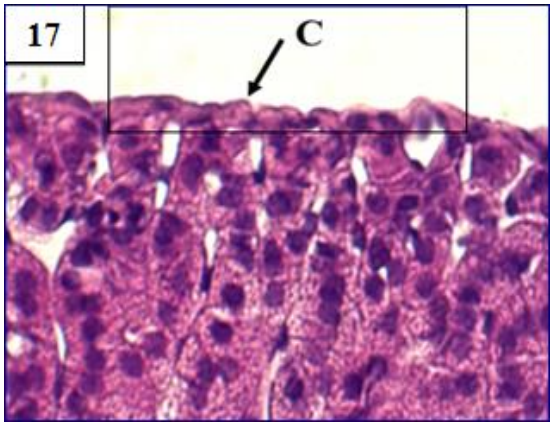
L'analyse statistique de la morphométrie d'épaisseur de la capsule conjonctive, montre une augmentation significative chez notre lot de 8L/16D (photopériode courte, simulant l'hiver) (4,79± 0,16µm) par rapport au lot contrôle 12L/12D (4,39± 0,15µm) **(figure 16,16')**, et le lot 16L/8D (Photopériode longue, Simulant l'été) (4,16± 0,18 µm) **(Figure 17,17')** augmentation due probablement aux nombre des fibroblastes et la composante fibrillaire.











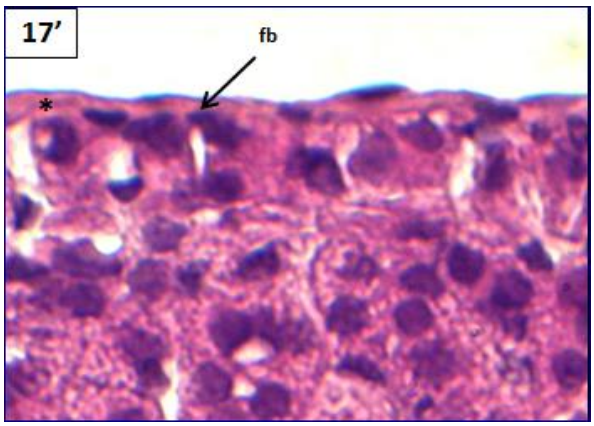


Figure 15, 15': Aspect histologique de la capsule en photopériode standard (12L/12D).

La capsule est un tissu conjonctif qui est fait de fibroblastes (Fb) et d'une composante fibrillaire (*).

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine.

Figure 16,16': Aspect histologique de la capsule en photopériode courte (8L/16D).

Les fibroblastes apparaissent plus nombreux et plus volumineuxcomparativement au photopériode standard.

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine

Figure 17 ,17' : Aspect histologique de la capsule en photopériode longue (16L/8D).

La capsule est particulièrement mince formée d'une composante fibrillaire **(*)**, des fibroblastes **(fb).**

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine.

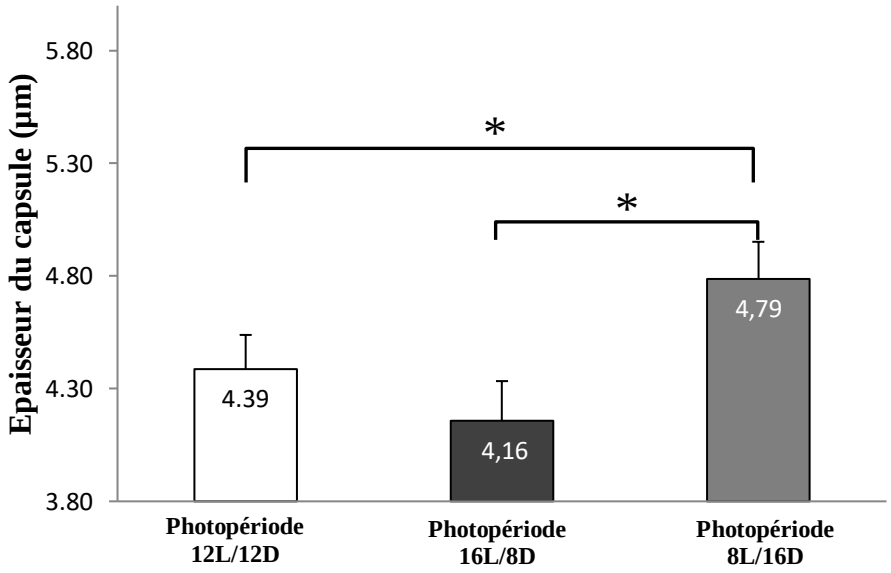


Figure 18 : Représentation graphique la capsule conjonctive chez les trois lots. Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) (P< 0,05).

2. la cortex surrenalien:

La corticosurrénale ou le cortex surrénalien est constituée de l'extérieur vers l'intérieur, de trois zones concentriques, dont la dénomination reflète l'architecture cellulaire : la zone glomérulée **(ZG),** qui semble, suivie d'une large couche de cellules fasciculaires (la zone fasciculée) **(ZF)** et enfin une zone réticulée **(ZR)** dont les cellules sont agencées en petits amas anastomosés qui se terminent par du tissu conjonctif la séparant de la médullosurrénale. Elles ne sont toutefois pas nettement délimitées l'une de l'autre **(figure19).**

L'analyse morphometrique a révèlé une augmentation très significative de l'épaisseur totale du cortex surrenalien chez la gerbille qui a subit une photopériode courte de 8L/16D (515,39± 5,24 µm) (figure G) par rapport a celle du contrôle photopériode standard (12L/12D) (503,13 ± 6,21 µm) **(figure 20) .**

En revanche, nous avons observé une augmentation significative de l'épaisseur du cortex surrenalien noté chez le lot soumis a une photopériode courte (8L/16D) qui affiche une moyenne de (515,39± 5,24 µm) à l'opposé chez la gerbille soumis à une photopériode longue (16L/8D)**(figure 21)**, la valeur moyenne de cet espace est de (493,32±5,25 µm).

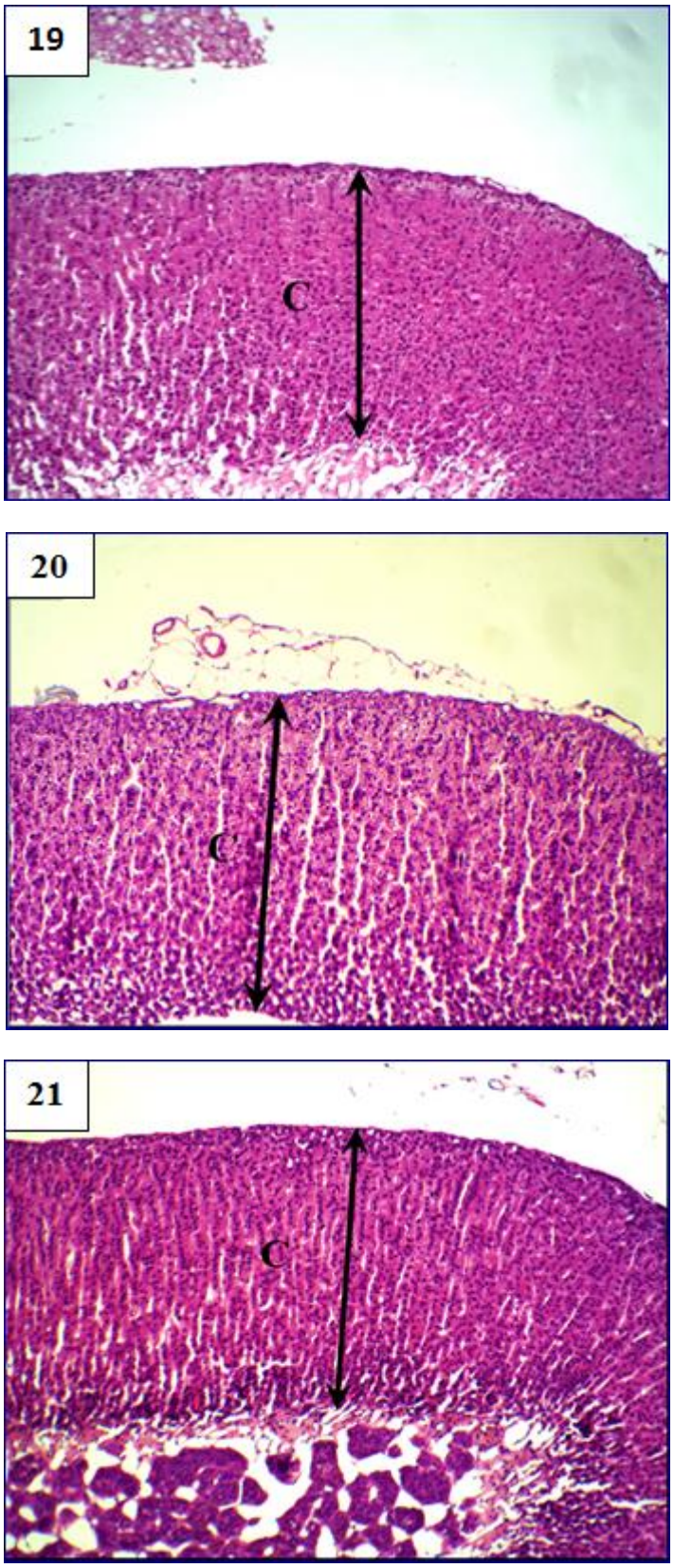


Figure 19 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode standard (12L/12D).

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine

C : corticosurrénale.

Figure 20 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode courte (8L/16D).

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine

C : corticosurrénale.

Figure21 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode longue (16L/8D).

Grossissement: x 10 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine

C : corticosurrénale.

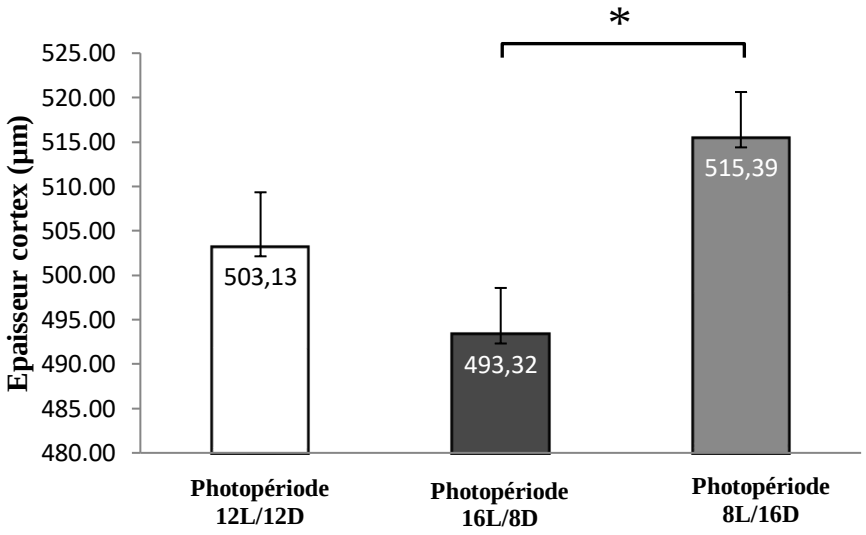


Figure 22 : Représentation graphique du cortex surrénalien chez les trois lots.

Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) ($P< 0,05$).

2. a. La zone glomérulée(ZG) :

La zone glomérulée correspond à une fine couche, bien délimitée, située immédiatement sous la capsule. Les cellules se disposent en amas glomérulaires ou petits nids ovoïdes, séparés par de fins

septa de tissu conjonctif provenant de la capsule et guident de larges capillaires d'aspect sinusoïde **(figure 23 ,23')**.

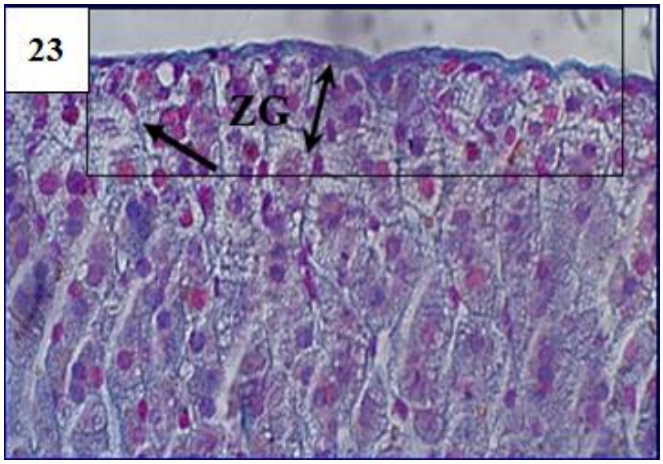
Selon l'analyse histologique observée chez nos lots, nous avons démontré des changements morphologiques manifestés par une désorganisation de l'aspect glomérulaire, la disposition des cellules en amas ovoïdes n'est plus évidente.Les cellules deviennent hypertrophique due a une forte vacuolisation cytoplasmique**,** et une dilatation des capillaires sinusoïdes **(CS)**. Chez la gerbille soumis à une photopériode courte (8L/16D) par rapport aux autres lots (12L/12D et 16L/8D) **(figure 24 ,24')**.

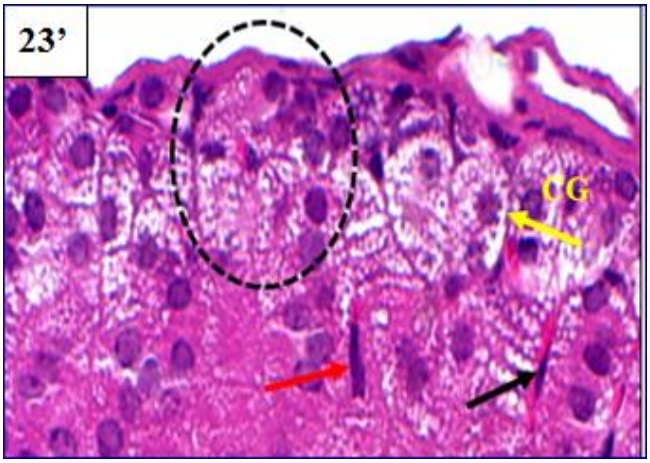
Sur le plan histologique, Nous avons observé chez la gerbille en photopériode longue (16L/8D), une zone bien structurée, formé par un ensemble de cellules, assemblées en petits amas ovoïdes, séparés par de fines travéesconjonctives dans lesquelles se trouvent des capillaires sinusoïdes **(figure 25 ,25')**.

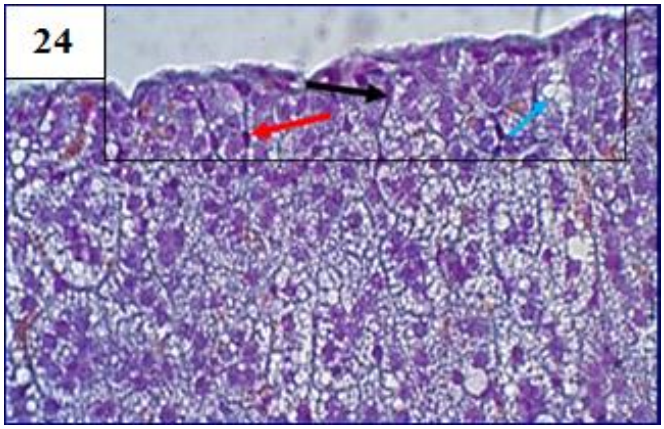
L'analyse morphométrique montre une augmentation significative de son épaisseur par rapport à la gerbille soumis à une photopériode longue (16L/8D). La valeur moyenne de sonépaisseur passe de 45,79± 1,45 µm à 40,60± 2,08µm.

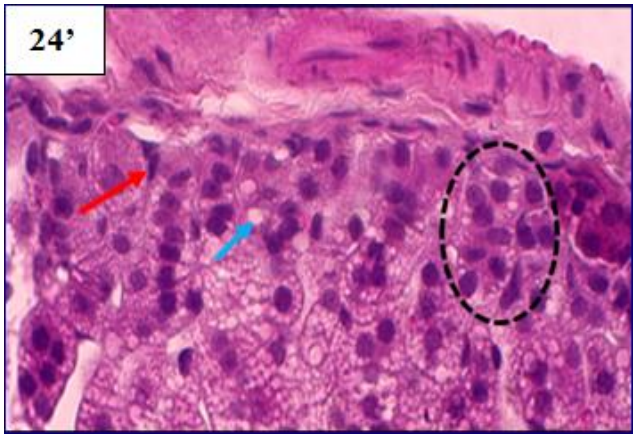
En effet, l'étude analytique de la valeur moyenne d'épaisseur de la zone glomérulée a montré une augmentation non significative noté chez la gerbille contrôle (12L/12D) à l'opposé de la gerbille soumis à une photopériodelongue, 41,92± 1,63 µm à 40,60± 2,08µm.

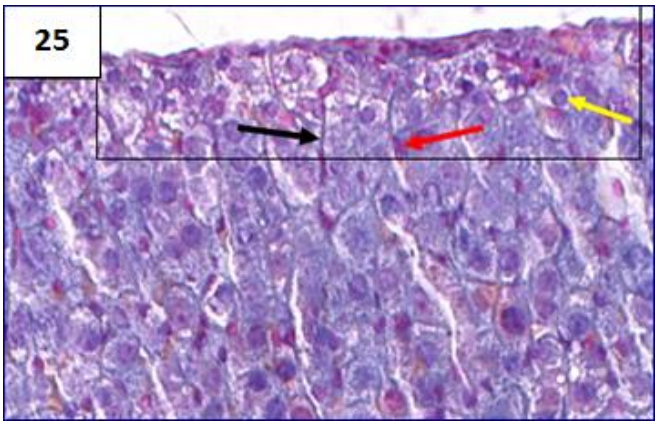
Une diminution non significative de l'épaisseur de la zone glomérulée a été motionné chez la gerbille en photopériode de 12L/12D en comparaison a celle noté chez la gerbille en photopériode courte (8L/16D), avec des valeurs moyennes de 41,92± 1,63 µm à 45,79± 1,45 µm.


23
ZG


23'
CG


24


24'


25

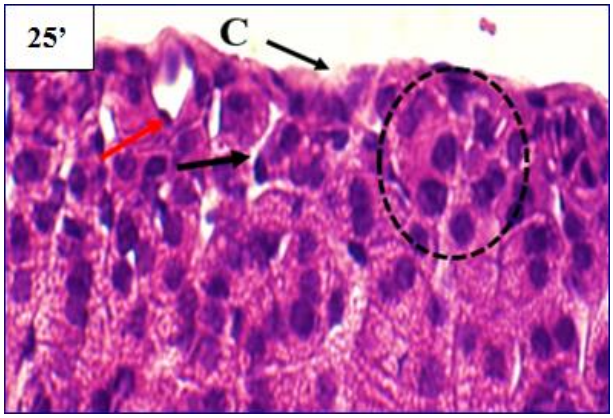

25'
C

Figure 23et 23': Aspect Histologique de la zone glomérulée chez la gerbille du photopériodique standard.

Les études histologiques réalisées sur des coupes transversales de la glande surrénale auniveau de la zone glomérulée montrent :

Les cellules glomérulaires s'agrègent sous forme de glomérules ovoïdes irréguliers séparésles uns des autres par les capillaires fenêtrés et de fines travées de tissu conjonctif **(flèche noire)** avec un noyau arrondi et intensivement coloré **(flèche jaune)**.

Flèche rouge : des cellules endothéliales.

ZG: La zone glomérulée, .**CG** : cellules glomérulaire;

Coloration topographique :Hémalun-éosine / **Coloration topographique :** azan modifié

Figure 24et 24': Aspect Histologique de la zone glomérulée chez la gerbille de la photopériodique courte

On observe des changements morphologiques apparaissent au niveau de cettezone :

- Une désorganisation cellulaire **(circle)** Les cellules Changement de forme qui deviennent hyperplasique **(flèche jaune)**

Flèche rouge : des cellules endothéliales / **Flèche noire :** capillaire.

Flèche bleu : vacuole probablement lipidique.

Coloration topographique :Hémalun-éosine. / **Coloration topographique :** azan modifié.

Figure 25 et 25': Aspect Histologique de la zone glomérulée chez la gerbille de la photopériodique longue

l'organisation architecturale de cette zone identique à celle ducontrôle (pas de modification histologique).

Flèche noire : capillaire / **flèche rouge :** des cellules endothéliales, un noyau arrondi et intensivement coloré **(flèche jaune)**.

C : la capsule conjonctive

Coloration topographique :Hémalun-éosine. / **Coloration topographique :** azan modifié.

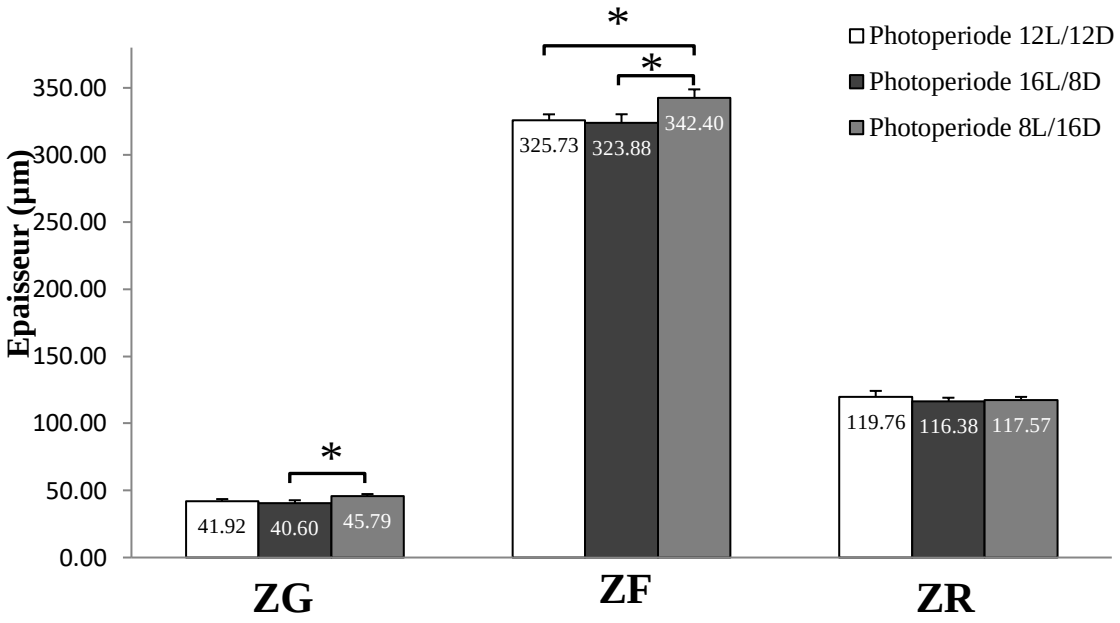


Figure 26 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois lots.

Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) (P< 0,05).

2. b. La zone fasciculée(ZF) :

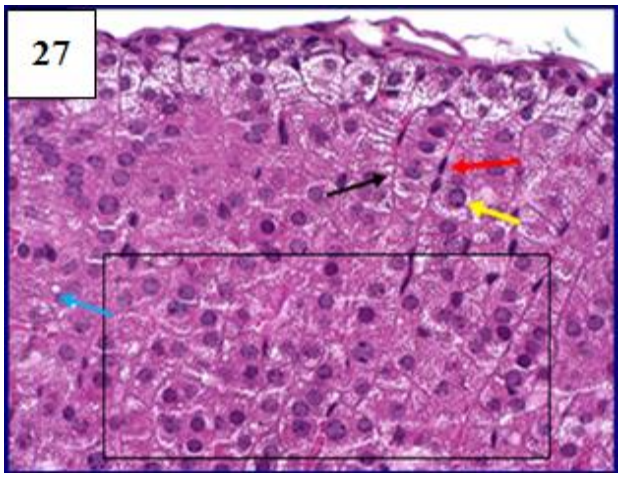
Zone intermédiaire, elle est la plus épaisse des trois couches du cortex, représentantplus de la moitié de la corticale. Les cellules se disposent en cordons rectilignes orientés versle centre de la glande, perpendiculairement à la capsule, Ces cordons cellulaires sont séparéspar de fines travées de tissu conjonctif contenant des capillaires sinusoïdes très étroits. Les cellules sont polygonales et plusgrandes que celle de la glomérulée. Leur cytoplasme abondant, comporte des gouttelettes lipidiques qui donne unaspect clair et spumeux =les spongiocytes (CF).Les noyaux sont centraux, volumineux à chromatine décondensée, observé chez nos coupes histologique des gerbilles en photopériode standard (12L/12D) et longue (16L/8D) **(figure 27, 27' / 29, 29').**

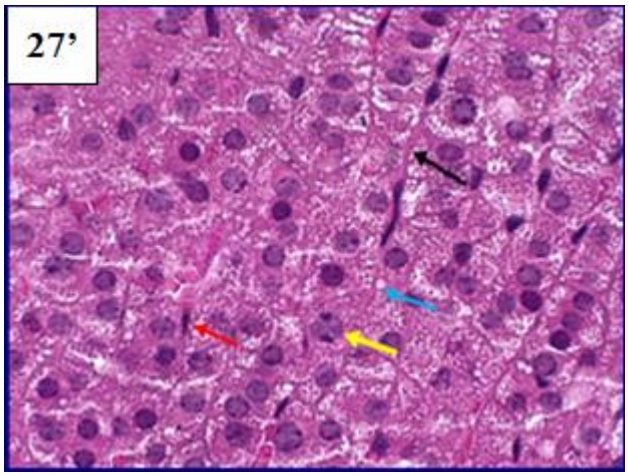
En outre l'analyse des coupes histologiques à révélé chez le lot qui a subit une photopériode courte (8L/16D), une désorganisation des cordon cellulaires avec des changement de la forme des spongiocytes qui perdent leur forme polyédrique ces cellules deviennent plus volumineuses

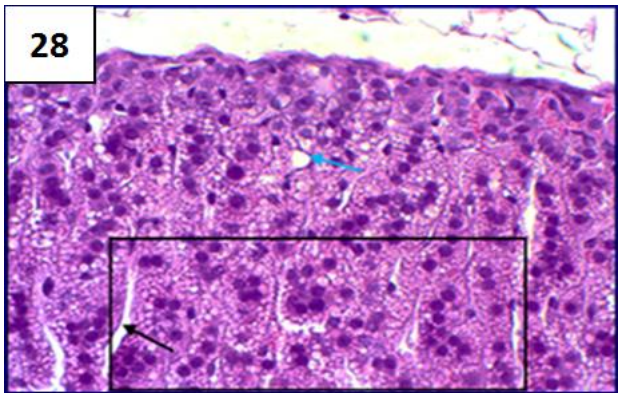
(hypertrophiées) séparés par des travées conjonctives elles ont uncytoplasme abondant riche en vacuole probablement lipidiques, ce qui confère aux cellules un aspectspumeux.lesnoyaux sont volumineux et nucléolés , les capillaires sinusoïdes sont nombreux, très dilatés et contiennent quelques noyaux de cellules endothéliales **(figure 28,28')**.

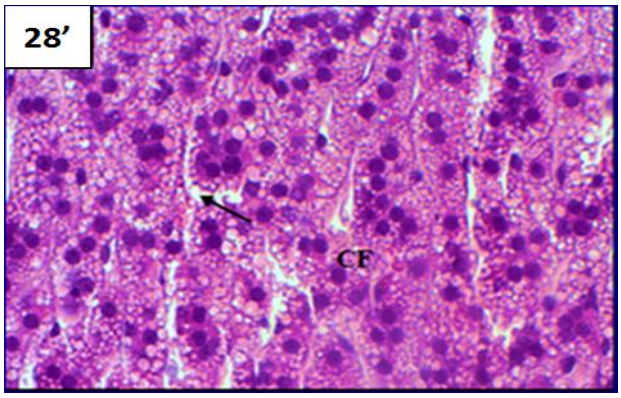
Les résultats de l'étude morpho métrique de l'épaisseur de la zone fasciculée ont illustrés dans l'histogramme ci-joint démontre une réduction de façon non significative chez la gerbille soumis à une photopériode longue (16L/8D) avec une valeur moyenne de 323,88 ± 6,44 µm. En comparaison de la gerbille soumis à une photopériode standard (12 L/12D). Qui expose une valeur moyenne de 325,73 ± 4,19µm.

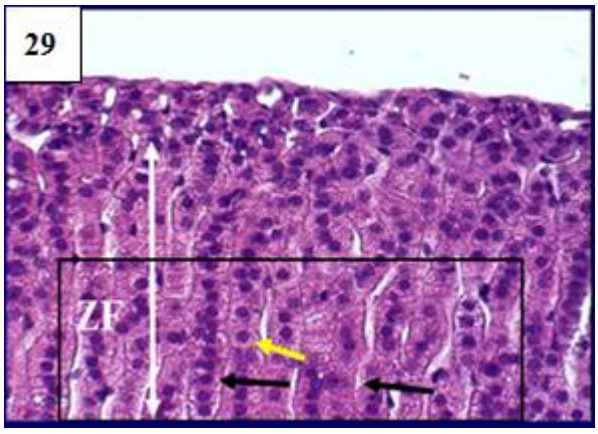
Néanmoins, la gerbille soumis à une photopériode courte (8L/16D) démontre une augmentation de l'épaisseur de cette zone de façon significative par rapport aux la gerbille soumis à une photopériode longue (16L/8D) et standard (12L/12D), avec des valeurs moyennes de 342,40 ± 6,49µm à 323,88 ± 6,44 µm, 325,73 ± 4,19µm.


27


27'


28


28'
CF


29
ZF

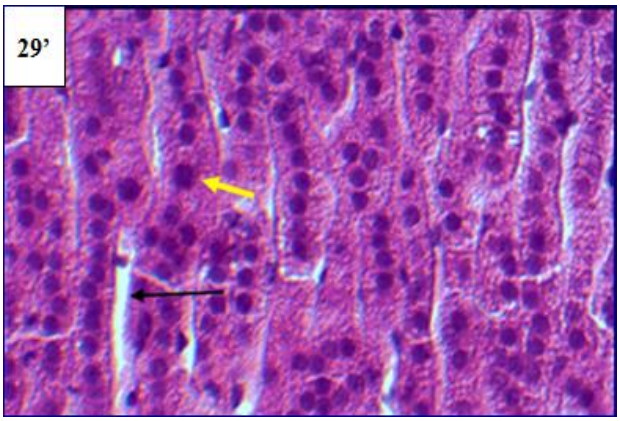

29'

Figure 27et 27' : Aspect Histologique de la zone fasciculéechez la gerbille du photopériodique standard.

Les études histologiques réalisées sur des coupes transversales de la glande surrénale auniveau de la zone fasciculée montrent :La zone fasciculée est faite de cordons étroits de cellules séparés par de finestravées de tissu conjonctif contenant des capillaires sinusoïdes**(flèche noire)**, les cellules sont polyédriques(les spongiocytes) , à noyau rond volumineuxvésiculaire (**flèche jaune),**le cytoplasme abondant contenant desvacuole probablement lipidiques **(flèche bleu)** d'où l'aspect spumeux des cellules.**Flèche rouge** : des cellules endothéliales.

Grossissement: x 40 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine

Figure 28 et 28': Aspect Histologique de la zone fasciculée chez la gerbille de la photopériodique courte.

L'histologie de la zone fasciculée montre des modifications histologiquesmarqué par :

- Le nombre de capillaires sinusoïdes dans cette zone est plus Important **(flèche noire)** .
- Les cellules plus volumineuses (spongiocyte) sont perdu leur forme polyédrique et deviennent arrondies**(CF).**le cytoplasme des spongiocytes faiblement granuler, riche en gouttelettes lipidiques degrande taille**(flèche bleu)**
- **CF** : cellule fasciculée ou spongiocyte.

Grossissement : x 40 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine.

Figure 29 et 29' : Aspect Histologique de la zone fasciculée chez la gerbille de la photopériodique longue.

Les cellules fasciculaires disposées en cordons cellulaires séparés par descapillaires d'allure sinusoïdes fenêtrés **(flèche noire)**, Leur cytoplasme abondant, comporte de nombreuses vacuoles lipidiques lui donnant un aspect clair et spumeux. Le noyau est central **(flèche jaune)** et peu dense rappelant ceux des gerbilles de photopériodique standard. **Grossissement:** x 40 / **Coloration topographique :** Hémalun-éosine.

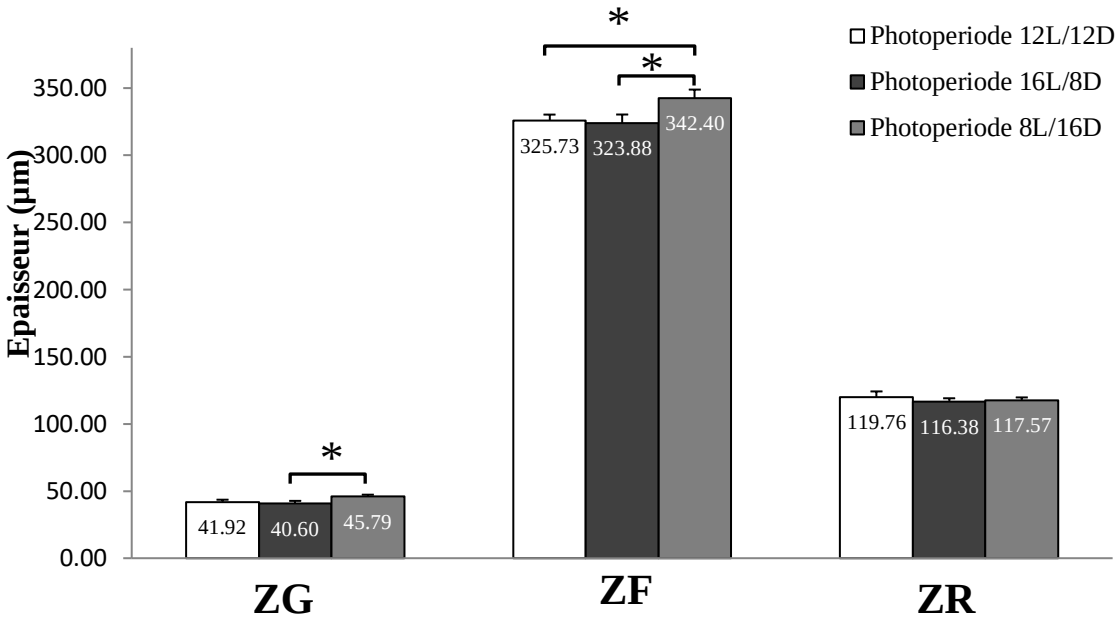


Figure 30 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois lots.

Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) (P< 0,05).

2. c. La zone réticulée(ZR) :

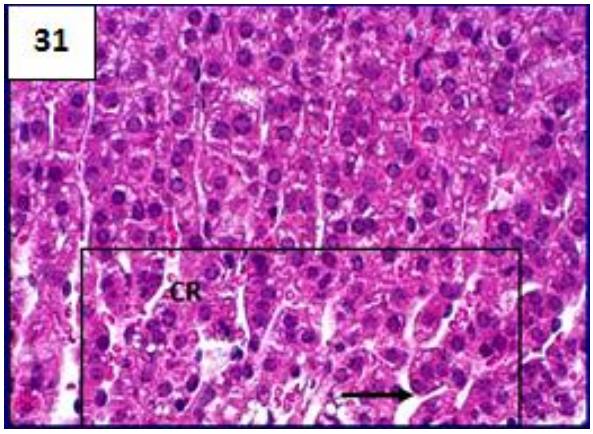
Sur une coupe histologique de la gerbille contrôle (12L/12D), la zone réticulée c'est la couche la plus interne, elle apparaît plus mince que la fasciculée et plusépaisse que la glomérulée. Elle se compose de cellules agencées en petits amas ou cordonsanastomosés, séparés par des capillaires fenêtrés ; les cellules sont de plus petite taille quecelles de la fasciculée et possèdent un cytoplasme éosinophile qui entoure un noyau centraldense **(Figure 31, 31').**

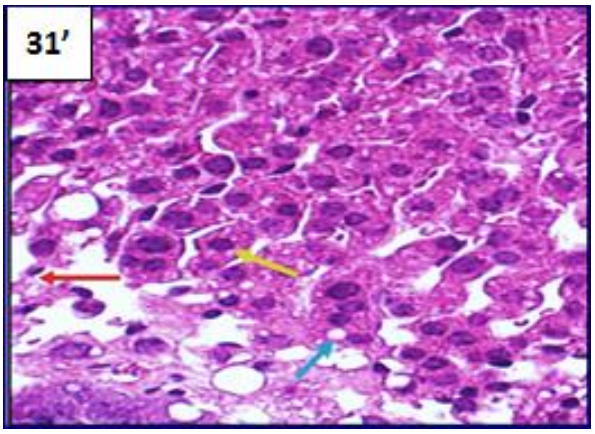
Chez la gerbille en photopériode longue (16L/8D), l'aspect histologique de cette zone montre une architecture bien structurée semblable à celle observé chez la gerbille en photopériode 12L/12D **(Figure 32, 32').**

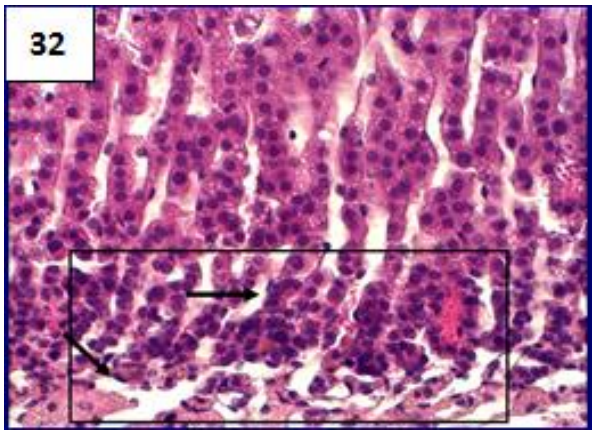
L'étude histologique de cette zone révèle chez la gerbille subis une photopériode courte des modifications morphologiques non négligeables qui se manifeste par : des changements de la taille des cellules; leur forme deviennent légèrement hypertrophiques, d'où la désorganisation des cordons cellulaires, Les noyaux sont d'aspect clair à nucléole à peine visibles. Les espaces sinusoïdes sont relativement larges.

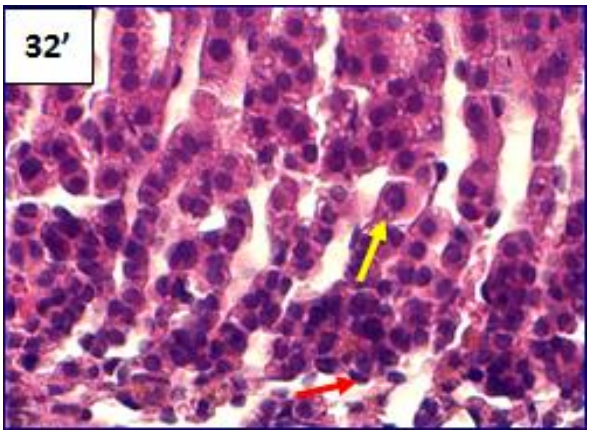
En outre, nous notons une dilatation des capillaires sinusoïdes et un développement important du tissu conjonctif **(Figure 32, 32').**

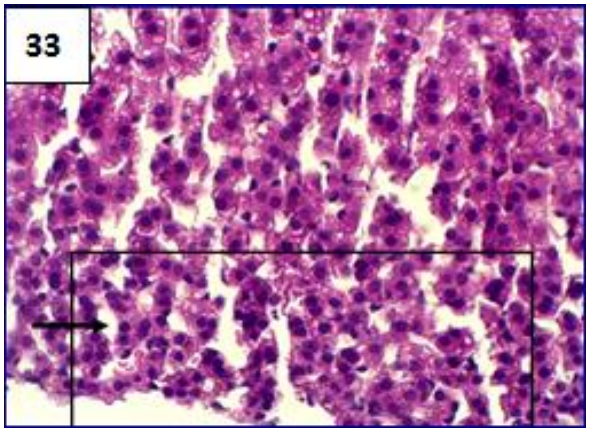
En effet l'étude morpho métrique de l'épaisseur de la zone réticulée, indique qu'il existe une différance statistique non significative entre les trois lots étudiés, en faveur la gerbille en photopériode standard (12L/12D) avec une valeur moyenne de 119,76 ± 4,40 µm, et de 116,38±2,70 µm de la gerbille en photopériode longue (16L/8D), ainsi que 117,57 ± 2,13 µm noté chez la gerbille en photopériode courte (8L/16D).


31
CR


31'


32


32'


33

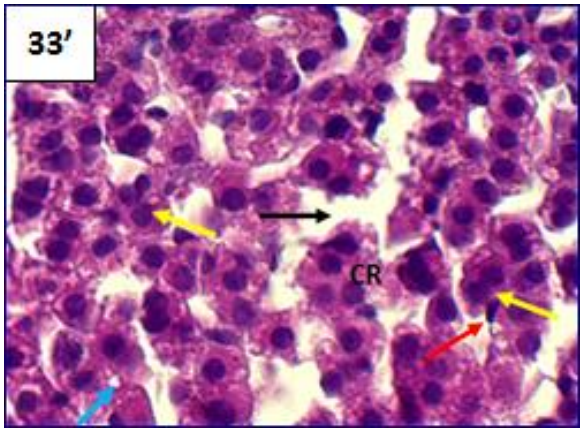

33'
CR

Figure 31 et 31' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez la gerbille du photopériodique standard.

Les études histologiques de la zone réticulée montrent :

-Les cellules réticulaires sont acidophiles, disposées en cordons anastomosés entourés pardes capillaires fenêtrés de large diamètre **(flèche noire)**
-Elle présente descellules à cytoplasmes majoritairement acidophile, cependant de rares cellules contiennentquelques vacuole probablement lipidiques **(flèche bleu)**

Les noyaux sont d'aspect clair avec un nucléole bien visible **(flèche jaune)**

CR : Cellule Réticulée. / **Flèche rouge :** des cellules endothéliales.

Grossissement: x 40 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine

Figure 32et 32' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez la gerbille de la photopériodique longue

Les cellules de la zone réticulée montrent un cytoplasme d'aspectacidophile dépourvu de gouttelettes lipidiques **(flèche bleu)**

CS : Capillaires Sinusoïdes / **flèche rouge :** des cellules endothéliales.

Grossissement: x 40 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine

Figure 33 et 33' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez la gerbille de la photopériodique courte

On remarque des modifications histologiques au niveau de la zone réticulée :

Les cellules changent leur forme deviennent hyperplasique **(flèche jaune)**

Les espaces sinusoïdes sont relativement larges **(flèche noire)**

Vacuole probablement lipidiques **(flèche bleu)**

Flèche rouge : des cellules endothéliales.

CR : Cellule Réticulée.

Grossissement: x 40 / **Coloration topographique:** Hémalun-éosine

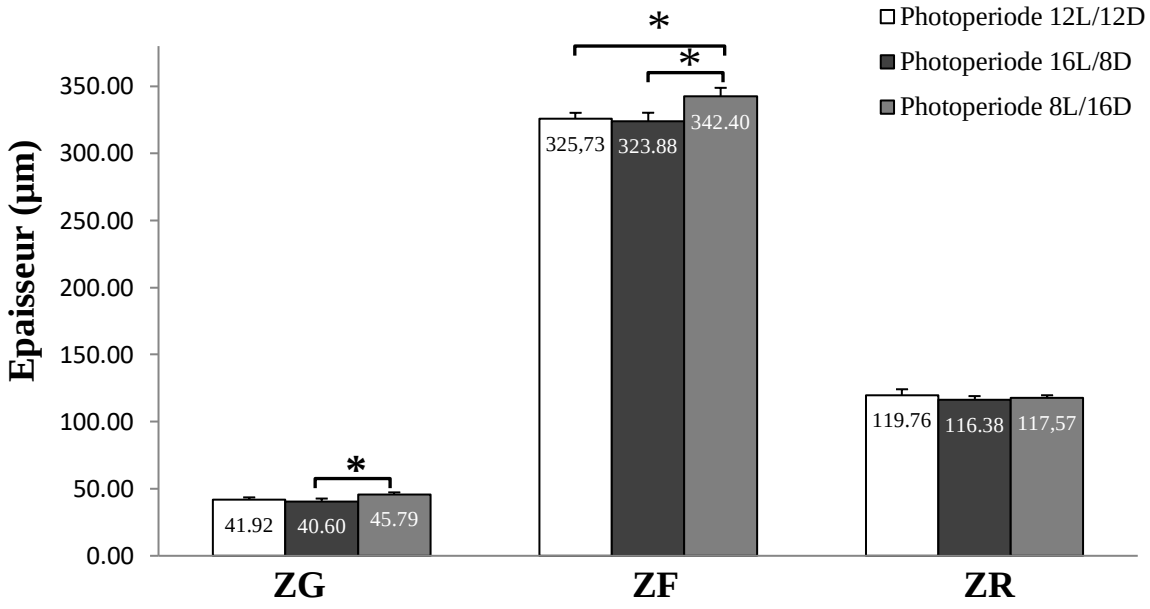


Figure 34 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois lots.

Les données sont exprimées en moyenne± SEM. * représente une différence significative entre les trois lots (12L/12D, 16L/8D et 8L/16D) (P< 0,05).

Discussion

I. Poids absolu des glandes surrénales (gauche et la droite).

Le poids absolu moyen de la glande surrénales gauche et droite de la gerbille en photopériode standard (12L/12D), révèle une augmentation significative par rapport à a gerbille en photopériode courte (8L/16D).

On constate ainsi une régression non significative de la masse relative moyenne des glandes surrénales chez la gerbille en photopériode longue par rapport à celui de la photopériode standard (12L/12D).

Ces résultats rejoignent ceux de la littérature qui rapportent que la glande surrénale de la gerbille subit des variations saisonnières Pondérales elle est plus développée au printemps et régresse en été **(khammar et al 1980).**

II. Aspect histologique et morphométrie des glandes surrénales :

L'étude histologique de la glande surrénale montre l'existence d'une corrélation entre l'état physiologique de l'animal et les modifications structurelles et fonctionnelles de cette glande au cours du changement de la photopériode.

Cortex

Notre étude morphométrique met en évidence une augmentation significative d'épaisseur du cortex surrénalien chez les gerbilles soumis à une photopériode courte (8L/16D) par apport aux gerbilles contrôle (12L/12D), due a une hypertrophie cellulaire, les résultats de cette dernière sont a l'instar des autres travaux antérieurs comme celui réalisé sur le viscacha (lagostomus maximus maximus) par l'étude des effets de la variation saisonnière de la photopériode sur le cortex surrénalien **(Ribes et all.,1999)** , ainsi nos résultats sont en corrélation avec les autres travaux qui ont utilisés des facteurs stressants différents comme ceux obtenus par **(Mouzaoui., 2012)** chez le rat male wistar *Rattus norvegicus* exposé au stress auditif ,cette augmentation est expliquée par l'hyperactivité de l'axe HHS **(Monsefi et al., 2006)** et donc par une production élevée des hormones adrénocorticotropes (ACTH) **(Junqueira et al., 1998).**

Nous avons observé ainsi au niveau de nos coupes histologiques des changements structurels du cortex surrénalien chez les gerbilles exposée à une photopériode courte (8L/16D) , qui se manifeste par une désorganisation des différentes couches du cortex, ce qui rend la distinction et la mesure morphométrique de chacune des couches du cortex impossible.

1. Zone glomérulée :

Notre étude à montré qu'un changement de la photopériode a provoqué chez la gerbille la présence des gouttelettes lipidiques dans le cytoplasme des cellules du parenchyme glandulaire de cette zone, qui pourraient être le précurseur de l'aldostérone**. (Li *et al.,* 2002)** rapportent que l'accumulation intracellulaire des lipides est toxique pour les cellules surrénaliennes stéroïdogéniques et induit des modifications dégénératives.

De plus, **(Alshannawy *et al.,* 2011)** rapportent que la suppression de la protéine StAR induit une accumulation des gouttelettes lipidiques et par conséquent une hypertrophie cellulaire. Nos observations morphométriques rejoignent ces résultats.

Les données de la littérature rapportent que l'ACTH a des effets vasculaires dus à la présence des mastocytes localisés au niveau de la capsule conjonctive, qui contiennent de l'histamine, sérotonine qui sont des vasodilatateurs, libérés sous l'action d'ACTH conduisant à son tour à une vasodilatation de la surrénale **(Hinson et al., 1991).**

Nous signalons que nos résultats rapprochent de ceux de **(Ribes et all., 1999)** ainsi que la vacuolisation, et la dilatation des capillaires sinusoïdes du cortex surrénalien, révélée chez nos gerbilles expérimentées, ont étés également notées chez le rat Wistar et la gerbille exposés à d'autres types de stress ; le stress hydrique par solution saline de 2% **(Aouichat.,2013),** et le stress auditif **(Mouzaoui.,2012)**.

2. Zone fasciculée :

Le mécanisme neuroendocrinien majeur de la réponse au stress est l'activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (*HPA*). Il en résulte une augmentation rapide de la corticotrophine hypophysaire (*ACTH*) et une hausse consécutive des glucocorticoïdes qui jouent un rôle crucial dans l'adaptation au stress **(Dellman *et al.*, 1992).**

Au niveau de nos coupes histologique, nous avons observé des changements dans cette zone chez la gerbille exposée à une photopériode courte (8L/16D) comparé au contrôle 12L/12D ainsi que la gerbille exposée à une photoperiode longue (16L/8D).

Après un changement de la photopériode, l'agencement en cordons parallèle devient mois net (désorganisation des cordons). Les cellules plus volumineuses ont perdu leur forme polyédrique et deviennent plus au mois arrondies, riches en gouttelettes lipidiques, elles occupent la quasi totalité de la cellule (des cellules hypertrophiques). Ces résultats corroborent ceux de **(Nussdorfer et *al.*, 1986 ; Monsefi et *al.*, 2006 ; Kulkarni, et *al.*, 2008 ; Umeoka et *al.*, 2011)** lesquels ont montré que le stress induit une hypertrophie de cette zone.

En effet, nous avons noté une hypertrophie cellulaire, également une hyperplasie importante au niveau de cette zone, due probablement à la forte concentration plasmatique en ACTH. Il est bien documenté que l'ACTH est le principal facteur hormonal qui régule aussi bien la croissance de la zone fasciculée que la synthèse des glucocorticoïdes (*GC*) (Waterman *et* 85 *al.*, 1990).

L'administration de l'ACTH chez les hamster a marqué un agrandissement des cellules de la zone fasciculée du a une augmentation remarquable du volume des mitochondries, REL et les gouttelettes lipidique **(Monsefi et *al.*, 2006 ; Nussdorfer et *al.*, 1986)** a montré que l'ACTH augmente la capacité stéroidogenique des cellules du cortex surrénalien ce qui provoque hypertrophie des cellules de la ZF probablement du à l'accumulation intracellulaire en lipides. D'autres données de la littérature rapportent en effet que les rats traités avec de l'ACTH conduit à une forte vacuolisation dans le cortex surrénalien **(Burkhardta et *al.*, 2011).**

En outre, une dilatation des capillaires sinusoïdes a été observée au niveau de cette zone. C'est ainsi que nos résultats se rapprochent de ceux **(Umeoka et *al.*, 2011 ; Burkhardta et *al.*, 2011).** La dilatation des capillaires sinusoïdes peut s'expliquer par

l'hyperstimulation de la ZF par l'ACTH **(Hinson et *al.*, 1991)** ont signalé que l'ACTH a des effets vasculaires dus à la présence des mastocytes localisés au niveau de la capsule conjonctive, contiennent de l'histamine, sérotonine qui sont des vasodilatateurs, libérés sous l'action des ACTH conduisant à leurs tours à une vasodilatation de la surrénale**.**

3. Zone réticulée :

Nous avons relevé, sur nos coupes histologiques des modifications remarquables caractériser par une légère désorganisation cellulaire. Nos résultats sont en accord avec **(Oliveira, 2009)**. Ces changements sont liés à l'hypertrophie de cette zone, en réponse à une surstimulation liée à l'hypersécrétion autonome d'ACTH.

En effet, Ferreira *et al.,* (2007); Kobayashi *et al.,* (2006) rapportent que la prolifération des cellules de la zone réticulée est sous le contrôle de l'hypersécrétion chronique d'ACTH.
Il nous semble donc que l'hypertrophie de la zone réticulée serait due aussi à un développement considérable de la trame conjonctive ainsi qu'a la dilatation des capillaires sinusoïdes.

Conclusion

Conclusion et perspective :

L'ensemble de nos résultats met en évidence l'importance de la nuisance d'une variation de la photopériode sur l'homéostasie générale de l'organisme.
Cette variation de la photopériode a induit un ensemble des changements morpho structurales de la glande surrénale lesquels traduisent l'installation d'un état d'hypersensibilité, au cours duquel l'animal serait probablement à un stade ultime de sa résistance et qui le rend par conséquent davantage exposé à diverses pathologies.

Ces changements s'exprimer notamment par une désorganisation de l'architecture avec une dilatation des capillaires sinusoïdes .ils sont corrélés avec une diminution de la masse surrénalienne et des modifications notables de la structure de la glande surrénale, ainsi au niveau de la zone glomérule nous avons noté présence des gouttelettes lipidiques dans le cytoplasme des cellules du parenchyme glandulaire de cette zone, cependant, au niveau de la zone fasciculé nous avant noté une hypertrophies cellulaire avec désorganisation des cordons ,de plus ,la zone réticulé montrer une changements morphologique non négligeables .

En perspective ; vu les résultats obtenus jusqu'à présent à ce propos chez G.tarabuli, des études plus approfondies sont nécessaires afin de permettre une meilleure compréhension des mécanismes de régulation d'adaptation aux variations de la photopériode chez cette espèce déserticole nocturne.
Nous proposons de poursuivre ce travail en explorant :

- étude des marqueurs de nécrose cellulaire.
- étude hormonal (détection des taux des glu corticoïdes, ménéralocorticoïdes et les androgènes surrénaliens).

exploration des autres marqueurs de prolifération (Ki67, PCNA et BrdU).

Références bibliographiques

Amirat Z , Farida Khammar et Roger Brudieux Variations saisonnières comparées du poids de la surrénale chez deux espèces de rongeurs désertiques (Psammomys obesus et Gerbillus gerbillus). Thèse ,1980.

Aschoff J. Comparative physiology: diurnal rhythms Annu Rev Physiol, 25 :581-600, 1963.

Berthon A, Rôle de la voie Wnt/b cathénine dans la physiopathologie du cortexsurrénalien, 2010.

Bousta E, Dalila , Effets Du Stress Expêrihehtolsur Les Réponses Comportementole, Gostrigue,immunitoireet Endocrinienne : Implicotionset Interoctionsdes Récepteursopioideset Benzodiszépinigues Donsles Perturbotions de L'immunité Celluloire Chezlo Sourisstressé. LORRAINE,2001..

Buijs RM, Kalsbeek A Hypothalamic integration of central and peripheral clocks. Nat Rev Neurosci 2:521-526, 2001.

Castinetti F,Endocrinologie Pathologies corticosurrénaliennes, Pathologies corticosurrénalienneset exploration des glucocorticoïdes Coddoze, 2013.

Cermakian N , Environmental stimulus perception and control of circadian clocks , 2002.

Cermakian N,Circadian clock gene expression in brain regions of Alzheimer's disease patients and control subjects, 2011 .

Chapman A. Implications d'AXIN2 et de l'instabilité microsatellite dans le développement des tumeurs du cortex-surrénalien, Mémoire,2010.

Claustrat B ,Mélatonine et troubles du rythme veille-sommeil , Médecine du sommeilMédecine du sommeil6 : 12-24, 2009.

Clauser E, B. X. Physiologie et exploration fonctionnelle des glandes surrénales. Revu Prat, vol. tome 48, pp. 712-717, 1998.

Dibner C., Schibler U., Albrecht U., The mammalian circadian timing system : organization and coordination of central and peripheral clocks. Annu Rev Physiol, , 72, 517–549,2010.

Dunlap JC. Molecular bases for circadian clocks. Cell96: 271–90, 1999.

Freyheit S , La luminothérapie et ses principales applications, thèse , 2009 .

Gauthier O , les surrénalectomie par abord laparoscopique A PROPOS DE 35 CAS ., 2000.

Golombek D.A., Rosenstein R.E., Physiology of circadian entrainment. Physiol Rev, 90, 1063–1102, 2010.

Gronfier C , Horloge circadienne et fonctions non visuelles : rôle de la lumière chez l'Homme , 2015

Groos G. and Hendriks J, Circadian rhythms in electrical discharge of rat

Halberg F, Temporal Coordination of Physiologic Function,25: 289-310, 1960.

Hennen G, Endocrinologie. Edition De boeck . P 277-280. 2001.

Hinda M. lymphangiome kystique de la glande surrénale, thèse, 1992.

Hinson J , Kitani,K. , Bruniard J , Horie T ,Soybean Flowering Date: Linear and Logistic Models Based on Temperature and Photoperiod,1991.

Jean-Marc L, Effet de l'exposition anténatale aux corticoïdes et de l'hypoxie sur l'expression du récepteur dopaminergique Dl dans la surrénale de lapin en développement. thèse ,2002.

Keith L. Moore- Arthur F. Dalley . Anatomie médicale : Aspects fondamentaux et applications techniques, 4ème édition, , p 285-289, 2001.

Lupien Sonia J, Bruce S, McEwen, Megan R. Gunnar and Christine H , Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behavior and cognition,2009

Marieb E , Anatomie et physiologie humaines, p 619, 1999.

Monsefi M , Bahoddini A, Nazemi S, Dehghani G.A. Effects of Noise Exposure on the Volume of Adrenal Gland and Serum Levels of Cortisol in Rat ,Iran J Med Sci; 31(1): 5-8 ,2006.

Mouzaoui F. Effet du stress auditif sur l'équilibre hydrominéral et sur l'histophysiologie de la glande surrénale chez le rat mâle Wistar, Rattus Norvegicus , thèse ,2012.

Naumov, N. P, S. Lobachev, Ecology of desert rodent of the U.S.S.R. (Jerboas and Gerbils). In: Rodents in Desert Environments, Dr. W. Junk b. v. Publishers, The Hague: 465-598, 1975.

Netter MD, Frank H. Atlas d'anatomie humaine, 5 ème édition., Les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2011.

Nussdorfer GG.,. Cytophysiology of the adrenal cortex. Int. Rev. Cytol., 98:1-405, 1986.

Oster H, Damerow S, Kiessling S et al. The circadian rhythm of glucocorticoids is regulated by a gating mechanism residing in the adrenal cortical clock. Cell Metab, p 4:163-73. 2006.

Raisonnier A , Lipides et lipoprotéines, Université Paris-VI,2003.

Reinberg A.E ,Touitou Y , synchronisation et dyschronisme des rythmes circadiens humaines , n° 6,487-495,1996.

Rossier BC, Pradervand S, Schild L, Hummler E. Epithelial sodium channel and the control of sodium balance : interaction between genetic and environmental factors. Annu Rev Physiol, 2002.

Ribes A. C., Mohamed F., Dominguez S., Delgado M., Scardapane L,Gguzman J, Piezzir., - Probable effect of photoperiod on seasonal variation in the nuclear volume of the adrenal cortex of viscacha (Lagostomus maximus maximus). Braz. J. Med. Biol. Res., 32: 1115-1120,1999.

Son GH, Chung S, Choe HK et al. Adrenal peripheral clock controls the autonomous circadian rhythm of glucocorticoid by causing rhythmic steroid production. Proc Natl Acad Sci USA,105:20970-5. 2008

suprachiasmatic neurones recorded in vitro. Neurosci Lett 34(3), 283-288, 1982.

Touitou Y et al , Non-invasive estimation of the circadian rhythm in serum cortisol in patients with ovarian or colorectal cancer , 1998

Touitou Y, Haus E. Biological rhythms in Clinical Laboratory and Medicine. Springer, New-York, 1993.

TouitouY ,Internal clock desynchronization, light and melatonin, Fondation A. de Rothschild Paris , 2011.

Tritschler L, Comprendre le fonctionnement de l'horloge circadienne par l'étude de trois de ses sorties : les rythmes de sécrétion de mélatonine et de corticostérone, et le rythme d'activité locomotrice, 2006.

Tissier F et Hoang C. "Anatomie, embryologie et histologie de la surrénale," pp. 1–6, 2007.

Yang S, Liu A, Weidenhammer A et al. The role of mPer2 clock gene in glucocorticoid and feeding rhythms. Endocrinology, 150:2153-602009

YoungMW, Kay SA. Time zones: a comparative genetics of circadian clocks. Nature Rev Genetics2:702–15, 2001.

Liste des figures

Figure 01 : Regionalisation anatomique et peptidergique des SCN

Figure 02: Principales voies afférentes aux NSCs .

Figure 03 : Réseau neuranatomique des efférences des SCN.

Figure 04 : présentation de l'anatomie de la glande surrénale

Figure 05 : Histologie de la glande surrénale.

Figure06 : Vascularisation des glandes surrénales.

Figure 07: Physiologie des glandes surrénales.

Figure 08 : Régulation de l'aldostérone

Figure 09 : schéma général des différentes voies synthèse des hormones stéroïdiennes tel s les minéralocorticoïdes, les glucocorticoïdes et les stéroïdes sexuels.

Figure 10: Schéma général représente les différentes voies de Régulation de la libération des hormones corticosurrénaliennes

Figure 11 : la biosynthèse des catécholamines

Figure 12 : Représentation schématique des voies de contrôle des sécrétions de mélatonine et de corticostérone par les SCN

Figure 13 : Variation pondérale absolue (g) des Glandes surrénales chez les trois lots étudiés.

Figure 14 : hisologie de la glande surrénales.

Figure 15 , 15': Aspect histologique de la capsule en photopériode standard (12L/12D).

Figure 16 , 16': Aspect histologique de la capsule en photopériode courte (8L/16D).

Figure 17 , 17' : Aspect histologique de la capsule en photopériode longue (16L/8D).

Figure 18 : Représentation graphique la capsule conjonctive chez les trois lots.

Figure 19 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode standard (12L/12D).

Figure 20 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode courte (8L/16D).

Figure 21 : Aspect Histologique du Cortex surrénalien en photopériode longue (16L/8D).

Figure 22 : Représentation graphique du cortex surrénalien chez les trois lots.

Figure 23 et 23' : Aspect Histologique de la zone glomérulée chez le gerbille de la photopériodique standard .

Figure 24 et 24': Aspect Histologique de la zone glomérulée chez le gerbille de la photopériodique courte

Figure 25 et 25': Aspect Histologique de la zone glomérulée chez le gerbille de lavphotopériodique longue

Figure 26 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois.

Figure 27 et 27' : Aspect Histologique de la zone fasciculéechez le gerbille de la photopériodique standard .

Figure 28 et 28': Aspect Histologique de la zone fasciculée chez le gerbille de la photopériodique courte .

Figure 29 et 29' : Aspect Histologique de la zone fasciculée chez le gerbille de la photopériodique longue.

Figure 30 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois lots.

Figure 31 et 31' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez le gerbille de la photopériodique standard .

Figure 32 et 32' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez le gerbille de la photopériodique longue.

Figure 33 et 33' : Aspect Histologique de la zone réticulée chez le gerbille de la photopériodique courte

Figure 34 : Représentation graphique de l'épaisseur des zones du cortex surrénalien chez les trois lots.

Annexes

Fiche technique N° 1 : Hémalun-éosine

Réactifs :

- Hématoxyline de Harris
- Eosine

Techniques :

Les coupes déparaffinées hydratées passent successivement dans :

- L'hématoxyline de Harris.....2min
- Eau courante (lavage).....5min
- Eosine.....30s
- Eau courante (lavage).....5min

Ensuite les coupes sont déshydratées et montées à l'EUKITT.

Résultats :

- Noyaux : bleu-violet.
- Cytoplasmes : rose.

Fiche technique N° 2 :Azan modifié

Réactifs :

- Rouge nucléaire.
- Orange G molybdique.
- Bleu d'aniline.

Techniques :

- Déparaffinage et hydratation
- Xylène …….30 min
- Alcool 100°……..5 min

- Alcool 95°……5min
- Alcool 75°……5min
- Rouge nucléaire……15min
- Eau courante (lavage)…….. 5min
- Orange G molybdique……..1 min
- Eau courante (lavage)…… 5min
- Bleu d'aniline ……..2 min
- Eau distillée

Fiche technique N° 3 : Hématoxyline de Harris

- Hématoxyline.....5g

- Ethanol.....50ml

- Alun de potassium.....100ml

Faire bouillir le mélange

- Oxyde mercurique.....2,5 g

Chauffer la solution et filtrer avant usage.

Fiche technique N° 4 : Eosine

- Eosine 1g

- Eau distillée 100ml

Fiche technique N° 5 : Rouge nucléaire Solide

- Rouge nucléaire solide……0,1 g
- Sulfate d'aluminium……5g
- Eau distillée…….100ml

Porter à ébullition , laisser refroidir , filtrer .

Se conserve plusieurs semaines à +4° C

Fiche technique N° 6 : Orange G Molybdique

- Orange G ……2g
- Eau distillée…….100ml
- Acide phosphomolybdique……1g

Fiche technique N° 7 : Bleu d'aniline .

- Bleu d'aniline…….. 0.5g
- Eau distillée……100ml

  Porter à ébullition , laisser refroidir , filtrer , ajouter :

- Acide acétique…….8ml

Au moment de l'emploi , diluer 1 volume de la solution mère et 1volume d'eau distillée

Récapitulatif des différentes étapes de l'étude histologique.

Etapes	Produits	Nombre de bains	Le temps	Température
Fixation et conservation	Bouin aqueux	1 bain	48 h	Ambiante
Déshydratation :	Alcool 70° 90° 100°	2 bains 2 bains 2 bains	10 min/b 10 min/b 10 min/b	Ambiante
Inclusion éclaircissement	Xylène	2 bains	15 min/b	Ambiante
imprégnation	Paraffine	2 bains	2 heurs /b	60°C
Confection des blocs	Paraffine pure			ambiante

Coupes, étalement (par eau gélatinée à 4%) et déparaffinage				
Réhydratation	Xylène Alcool 100° 90° 70° 50° Eau distillée	2 Bains 2 Bains 2 Bains 2 Bains 2 Bains	15 min/b De passage // // //	Ambiante
Coloration topographique	-Hémalun-éosine -Azan modifié			Ambiante
Déshydratation	Alcool 50° 70° 90° 100° Xylène	 2 Bains 2 Bains 2 Bains 2 Bains 2Bains	 De passage // // // 15 min/b	Ambiante
Montage entre lame et lamelle à l'EUKITT				

ANNEXE 3

Valeurs morphométriques des glandes surrénales des gerbilles (photopériode 12 L /12D) :

Photoperiode 12L/12D						
Gerbilles	Cortex	Gerbilles	Capsule	ZG	ZF	ZR
G 14X 10 HE	514,23	G14 X 20 HE	5,78	40,56	299,14	80,22
	511,63		3,11	51,12	321,34	149,79
	487,9		3,01	33,11	293,36	132,05
	504,06		3,73	40,7	343,85	91,82
	538,26		4,25	34,47	309,49	86,33
	521,94		4,45	31,13	341,12	99,77
	534,3		5	50,58	351,82	124,92
	489,72	G 14 X 20 HE"	3,8	39,8	280,17	147,68
	471,79		4,44	49,43	311,01	124,95
	463,21		3,78	48,96	329,39	111,31
G 14 X 10	506,45		3,79	51,68	317,13	110,26
	547,53		5,01	39,62	323,76	124,83
	536,16		3,9	32,02	347,87	
	496,16		5	35,16	325,21	
	497,17	G 14 C2 X 20 AZ	4,91	32,59	337,7	133,88
	544,3		4,56	31,56	354,43	
G 14 C2 X 10	482,29		4,14	44,56	346,94	108,89
	492,46		4,76	47,57	324,18	121,65
	454,64	G 14 X 20	4,32	37,48	330,65	120,31
	468,37		4,22	51,19	332,25	144,02
			5	51,86	337,61	139,5
			5,55	47,12	307,61	123,31
MOY	503,13		4,39	41,92	325,73	119,76
ECT	27,82		0,71	7,66	19,66	20,06
SEM	6,21		0,15	1,63	4,19	4,40
P	0,2355		0,4544	0,6919	0,7288	0,5709

ANNEXE 3

Valeurs morphométriques des glandes surrénales des gerbilles (photopériode 16 L /08D) :

Photoperiode 16L/8D						
Gerbilles	Cortex	Gerbilles	Capsule	ZG	ZF	ZR
G 19 X10 HE"	462,29	G 19 X 40 HE"	5,68	34,67	370,91	127,19
	461,38		3,45	62,67	360,05	114,26
	465,63		4,78	26,02	292	85,78
	465,87		3,78	49,42	362,72	100,9
	474,42		4,59	46,72	349,74	118,45
	481,35		5	28,9	334,56	97,04
	495,62		4,95	40,47	278,9	123,92
	475,58	G 19 X "40" HE"	3,95	41,84	319,29	126,82
	483,11		3,67	34,18	255,77	117,74
G 19 X 10he""	502,06		4,33	27,79	318,56	126,55
	528,91		5,58	45,98	326,55	106,31
	471,28		4,22	46,82	301,55	134,89
	494,18		4,36	40	324,33	103,95
	494,95		4,67		328,52	113,69
	493,8	G 19 X 40 HE	3,67	46,63	307,57	107,35
	493,59		3	31,11	323,2	122,28
	480,06		3,78	28,58	307,8	119,13
G 12 X 10 AZ	508,86		2,56	42,23	324,83	120
	548,82		4,22	43	299,87	128,83
	515,43		4,89	45,21	356,87	117,87
	535,26		3,11	49,8	357,98	130,93
	520,49		3,23			
MOY	493,32		4,16	40,60	323,88	116,38
ECT	24,63		0,82	9,31	29,51	12,37
SEM	5,25		0,18	2,08	6,44	2,70
P	0,235		0,549	0,835	0,785	0,726

ANNEXE 3

Valeurs morphométriques des glandes surrénales des gerbilles (photopériode 08 L /16D) :

Photoperiode 8L/16D						
Gerbilles	Cortex	Gerbilles	Capsule	ZG	ZF	ZR
G 9X 10 HE	508,44	G 9X 40 HE	4,33	39,15	338,67	120
	509,58		3,83	42,44	349,34	118,67
	500,56		3,8	48,83	341,78	132,07
	494,93		6,36	57	354,33	117,13
	501,92		3,67	62,48	389,39	123,19
	541,56	G 9 X 40 ''HE	5,24	51,47	343,58	125,53
	491,08		5,39	41,79	328,48	112,01
	513,92		6	50,52	368,89	118,22
G9X10'HE	562,67		5,05	43,56	382,46	100,25
	562,67	G 9 X 40 '''''''''HE	4,62	38,1	356,71	118,27
	551,92		5,56	47,66	299,65	100
	512,89		4,79	42,23	334,21	92,5
	529,28		5	49,45	331,67	114,24
	559,53		3,91	38,05	334,26	129,29
	528,99		4,58	37,41	362,28	114,41
G 9 X 10 AZ	480,19	G 9 X 40 AZ	5,45	46,58	374,86	121,78
	498,78		4,77	49,61	359,88	114,78
	508,46		5,48	36,45	350,64	103,86
	511,78		3,56	41,11	368,69	125,68
	514,82		4,22	50,26	357,98	127,37
	519,13	G 9 X 40 ''	4,89	46,57	264,65	127,85
	509,92		5,28	39,54	285,45	123,43
	493,01		5,67	39,77	297,43	123,54
	463,43		3,44	58,86		
MOY	515,39		4,79	45,79	342,40	117,57
ECT	25,66		0,81	7,08	31,09	10,20
SEM	5,24		0,16	1,45	6,49	2,13
P	0,005		0,012	0,048	0,049	0,730
P	0,1395		0,0459	0,0719	0,0492	0,7100

Valeurs des poids absolus et relatif des glandes surrénales droite et gauche :

photopériode 12 L /12D :

Photoperiode 12L/12D				
Gerbilles	**Poids Absolu S G**	**Poids Absolu S D**	**Poids Relatif G**	**Poids Relatif D**
G 45	**0,013**	**0,0133**	**0,0277**	**0,0284**
G5	**0,0196**	**0,019**	**0,0491**	**0,0476**
G14	**0,014**	**0,0139**	**0,0283**	**0,0281**
G20	**0,022**	**0,02**	**0,0493**	**0,0448**
G39	**0,0203**	**0,0199**	**0,0446**	**0,0437**
G 27				
G44	**0,0106**	**0,0115**	**0,0210**	**0,0228**
G46	**0,013**	**0,0134**	**0,0215**	**0,0221**
MOY	**0,0161**	**0,0159**	**0,0345**	**0,0339**
ECT	**0,002**	**0,002**	**0,009**	**0,008**
SEM	**0,0008**	**0,0006**	**0,0033**	**0,0029**
P	**0,068**	**0,033**	**0,045**	**0,046**

photopériode 16 L /08D :

Photoperiode 16L/8D				
Gerbilles	Poids Absolu S G	Poids Absolu S D	Poids Relatif G	**Poids Relatif D**
GN	0,0125	0,013	**0,0243**	**0,0252**
G12	0,0038	0,004	**0,0078**	**0,0082**
G36	0,0067	0,0074	**0,0269**	**0,0297**
G37	0,0053	0,0063	**0,0231**	**0,0275**
GN1	0,0092	0,008	**0,0247**	**0,0215**
G41	0,0113	0,0125	**0,0368**	**0,0407**
G19	0,0131	0,0129	**0,0475**	**0,0467**
G7	0,0231	0,0197	**0,0379**	**0,0323**
MOY	**0,0106**	**0,0105**	**0,0286**	**0,0290**
ECT	**0,007**	**0,005**	**0,009**	**0,009**
SEM	**0,0025**	**0,0018**	**0,0036**	**0,0036**
P			**0,377**	**0,416**

photopériode 08 L /16D :

Photoperiode 8L/16D				
Gerbilles	**Poids Absolu S G**	**Poids Absolu S D**	**Poids Relatif G**	**Poids Relatif D**
G 40	**0,0049**	**0,005**	**0,0183**	**0,0187**
G 9	**0,0052**	**0,005**	**0,0187**	**0,0180**
G1	**0,0105**	**0,01**	**0,0294**	**0,0280**
G8	**0,0048**	**0,005**	**0,0178**	**0,0186**
G6	**0,00179**	**0,0018**	**0,0040**	**0,0040**
G 10	**0,0105**	**0,0118**	**0,0280**	**0,0315**
GML2	**0,0135**	**0,0143**	**0,0310**	**0,0328**
GML1	**0,0136**	**0,0137**	**0,0249**	**0,0250**
MOY	**0,0081**	**0,0083**	**0,0215**	**0,0221**
ECT	**0,004**	**0,004**	**0,002**	**0,002**
SEM	**0,0015**	**0,0014**	**0,0009**	**0,0008**
P			**0,199**	**0,214**